SERIE
AUTOAPRENDIZAJE
ACELERADO

colección m/b

código máquina

aplicaciones
(programación avanzada)

para
ZX spectrum

REDE

david laine

APLICACIONES DEL CODIGO MAQUINA PARA EL ZX SPECTRUM

DAVID LAINE

APLICACIONES DEL CODIGO MAQUINA PARA EL ZX SPECTRUM

EDICIONES TECNICAS REDE, S.A.
Ecuador, 91 - Tel. 250 30 97
08029 BARCELONA

Editado en Gran Bretaña por
Sunshine Books - Scot Books Ltd.
12-13 Little Newport Street,
London WC2R 3LD.

© David Laine

Traducción: Francesc Fité i Salvans

Edición Española: © 1985 EDICIONES TECNICAS REDE, S.A.

Todos los derechos quedan reservados. El contenido de este libro no puede ser reproducido, ni total ni parcialmente, ni incorporarse a ningún sistema de archivo de datos reutilizables, ni transmitirse en forma alguna o por cualquier medio electrónico, mecánico o de fotocopia, ni grabarse y tampoco puede utilizarse por procedimiento distinto a los indicados, información contenida en este libro sin el permiso previo del propietario de los derechos del mismo. No se expresan ni se implican garantías con respecto al contenido del libro ni su adecuación para finalidad alguna.

ISBN: 84-247-0208-5

Impreso en España — Printed in Spain

Dep. Legal: B. 14076-85 —REDEPRINT— Barcelona

A las mujeres de mi vida, vivas y difuntas, sin las cuales yo no hubiera tenido la voluntad y el coraje necesarios para crear este libro. También a mis colegas en Londres y Malvern, quienes me mostraron el camino a seguir.

«Algunos libros son para ser saboreados, otros para ser tragados, y unos pocos para ser masticados y digeridos; esto es, algunos libros son para leer de ellos sólo algunas partes, otros para ser leídos por curiosidad, y unos pocos para ser leídos en su totalidad, con diligencia y atención.»

«Of Studies»
Francis Bacon 1561-1626

SUMARIO

CAPITULO 1: INTRODUCCION 9

CAPITULO 2: LA PROGRAMACION..... 11
La fiabilidad de un programa. La sencillez de un programa. La facilidad de comprobación de un programa. La velocidad de ejecución de un programa. El tamaño de un programa. La documentación. Los accesorios del programa. Las especificaciones del programa.

CAPITULO 3: LAS INSTRUCCIONES..... 15
La pila ("stack").

CAPITULO 4: LA REPRESENTACION DE NUMEROS..... 25
Los números en coma flotante. La multiplicación y la división de números en coma flotante. Las estructuras de datos. La aritmética con y sin signo.

CAPITULO 5: EL DIRECCIONAMIENTO..... 31
El método directo. El método directo con un desplazamiento fijo. El método indirecto. El direccionamiento indexado. El método indirecto múltiple. El método encadenado. La computación de direcciones (e instrucciones).

CAPITULO 6: LOS PRINCIPIOS ELEMENTALES 39
Introducción. El borrado de la memoria de pantalla. Un ensayo en tiempos de ejecución. La preparación del área de atributos. La rutina de espera (WAIT) y el traspaso de datos entre subrutinas.

CAPITULO 7: LA PRESENTACION EN PANTALLA..... 47
La colocación de un "pixel" en la memoria de pantalla. La salida. PRIN. PTEX. SRHL. RHL3. PRT8. RPORT. MAP$. Sinopsis.

CAPITULO 8: LA ANIMACION 71
GCELL. La comunicación con el BASIC. Datos de la celda. Descripción de GCELL. Trazado de la celda (de LXX en adelante). SEBIT.

CAPITULO 9: EL TRATAMIENTO DE ERRORES Y EL TRASPASO DE PARAMETROS 83
Tratamiento de los retornos por error. El traspaso de nombres de variables (parámetros). VAR$1, una rutina para la búsqueda de variables en el área de variables. Documentación de la rutina. PCALL. VAR$1. Sinopsis.

CAPITULO 10: RUTINA PARA ORDENAR NUMEROS EN COMA FLOTANTE 105
Una solución que permite realizar en 145 segundos lo que exige cinco horas en BASIC. SORTF. COMPF. Un ejemplo práctico de SORTF.

CAPITULO 11: EL TRASPASO DE OTROS PARAMETROS... 115
OPARS (Otros parámetros). Operación. Números. Fin de parámetro (EOPAR). Inicio de cadenas (STSTR). Sinopsis.

CAPITULO 12: BORRADO DE BLOQUES DE BASIC 129
SUPLN. CNXLN. RESLN. Operación de SUPLN. Operación de BLOCK. BDLE1. BDLE2.

CAPITULO 13: AREA DE ATRIBUTOS..... 137
Operación.

CAPITULO 14: GRAFICOS EN ALTA RESOLUCIÓN..... 143
Operación de PLINE. XLINE. NPOIN. SDIFF. DRAWL (Trazado de una lista de líneas). GVAL8. BYTEV: BYTe EValuado. MOVEC. Operación de MOVEC. Otros detalles. DRAWA: Trazado de matriz. Operación de DRAWA. Programa de dibujo en BASIC. Sinopsis.

CAPITULO 15: MISCELANEA 165
BCD o Decimal Codificado Binario. Modificaciones. DEMO1. DEMO2. Entradas múltiples. La acción recursiva o la serpiente que se muerde la cola. Notas sobre el código máquina y el ensamblador. Código máquina — Lo que debe y no debe hacer.

Capítulo 1

INTRODUCCION

Este libro no está dirigido a los principiantes sino a los que ya hayan utilizado programas en código máquina publicados en libros o revistas y sientan la necesidad de profundizar en ello por sus propios medios.

Para aquellos que todavía se muestren interesados, este libro no es una tesis sobre códigos de instrucciones u operaciones internas del Spectrum. Si Vd. no lo tiene aún, deberá conseguir un libro que explique detalladamente las funciones del microprocesador Z 80, algunas de las cuales serán explicadas en el presente libro pero otras serán omitidas a pesar de su familiaridad o simplemente porque no habrá oportunidad de detallarlas. Se incluye un cuadro sinóptico de las instrucciones disponibles y de sus tiempos de ejecución. Sin embargo, no se aborda el tema de la programación de periféricos, ni del registro vector de interrupción, ni tampoco del registro de refresco de memoria. Mi propósito es presentar una introducción a los programas en código máquina que puedan conjugarse con el BASIC, el cual supongo que será ya bien conocido por el lector.

¿Por qué razón debe utilizarse el código máquina?

Para gozar de una libertad total frente a las limitaciones del BASIC y de un notable aumento en la velocidad de ejecución. He incluido una rutina para tratamiento de conjuntos numéricos (Capítulo 10) que es aproximadamente 125 veces más rápida que su equivalente en BASIC (y luego se indica cómo se puede aún doblar la velocidad). Por otro lado, los errores en código máquina se manifiestan de una forma mucho más rápida.

Para los programas en código máquina, he utilizado un simple ensamblador de Picturesque.

Recuerde siempre que si Vd. puede ver una manera lógica de resolver un problema, esto significa que el problema puede ser resuelto.

Lo más difícil para un principiante es llegar a la solución, perseverar en su búsqueda hasta que el último error haya sido eliminado y el programa funcione correctamente.

No intente, al menos al principio, pasarse más de una o dos horas de un tirón con ello, y procure siempre tomar nota de todos sus errores. Después de unas semanas, los peores momentos de nervios habrán pasado ya y Vd. se habrá familiarizado con el código máquina.

Ante cualquier problema, escriba exactamente lo que quisiera conseguir y después trace los diagramas de flujo. Si no puede resolver una pequeña parte del problema, guárdela de momento en una cajita —es decir, apartada— y continúe con el problema principal. Después vuelva a trabajar con los problemas apartados como si fueran tan importantes como el problema principal.

Finalmente, no olvide esto: el verdadero programador se manifiesta en una de estas dos situaciones: en las profundidades de la desesperación porque el programa no funciona o en exaltado júbilo por conocer la causa que impide que el programa funcione.

Capítulo 2

LA PROGRAMACIÓN

«Un ingeniero fue llamado desde lejos. La máquina no funcionaba. El estudió el problema. Pidió un martillo. Le propinó un formidable golpe a la máquina. Funcionó. Más tarde llegó la factura:

Viaje y transporte	*10.000,—*
Golpear la máquina	*5,—*
Saber qué y dónde golpear	*100.000,—*
TOTAL	*110.005 ptas. (+ I.T.E.)»*

(«Modernised Apocryphal»)

La programación es un arte más que una ciencia. La ciencia, no obstante, también forma parte de ella ya que las reglas impuestas por las instrucciones en código máquina y por cualquier sistema operativo no admiten flexibilidad. Pero la presencia de los mejores ingredientes no implica necesariamente un buen resultado en términos culinarios cuando el cocinero es un gorila, sino que, por el contrario, un gran cocinero sabrá lograr un resultado excelente a partir de los principios menos prometedores.

Hay una constante acción recíproca entre ocho factores:

- Fiabilidad
- Sencillez
- Facilidad de comprobación
- Velocidad
- Tamaño
- Documentación
- Accesorios del programa
- Especificaciones del programa

LA FIABILIDAD DE UN PROGRAMA
Conjetura de Djikstra:

Si un programa tiene n instrucciones, cada una de ellas con una probabilidad p de que cumpla su cometido, la probabilidad de que el programa funcione correctamente es del orden de p^n.

Si el programa forma un bucle con L vueltas, entonces la probabilidad es del orden de p^{nL}, lo cual significa que si p no es igual a uno el programa no merece ser ejecutado.

Cada defecto en un programa debería ser investigado, explicado y corregido. Un programa defectuoso no merece ser utilizado. Una coma mal situada ha costado a veces millones.

LA SENCILLEZ DE UN PROGRAMA

No tiene ningún mérito realizar programas innecesariamente complicados. Lo más complicado puede siempre ser dividido en unas cuantas partes y éstas, a su vez, pueden ser reducidas a partes más sencillas todavía. Yo creo que una buena forma de comprobar un programa es realizar el listado desde las instrucciones de salto a las etiquetas más adecuadas. Los resultados suelen ser manifiestamente provechosos.

LA FACILIDAD DE COMPROBACION DE UN PROGRAMA

Se ha escrito ya mucho sobre este tema y todo lo que voy a señalar aquí es que la sencillez en la estructura facilita mucho la comprobación de un programa. Puede haber más combinaciones de bits en sólo 40 bytes que átomos en el universo.

LA VELOCIDAD DE EJECUCION DE UN PROGRAMA

Cada instrucción precisa de un tiempo finito para ser ejecutada, y existen siempre varias combinaciones posibles de instrucciones que, mezcladas, pueden producir el mismo resultado. Si observa que una parte de un programa parece especialmente lenta en producir resultados, examínela detenidamente para ver qué bucles hay dentro de otros bucles. El aumento de velocidad puede requerir cambios en la estructura y repercutir, por tanto, en un programa más largo.

EL TAMAÑO DE UN PROGRAMA

«Cualquier persona puede construir un puente pero únicamente un ingeniero puede construir adecuadamente un puente».

El tamaño de un programa es la suma de dos partes: las instrucciones y el conjunto de datos.

Los datos no deberían formar parte de un programa excepto, quizás, en programas de prueba. El programa debería trabajar con ayuda de un puntero que localizara los datos necesarios en el lugar donde éstos se encontraran y permitirles que cumplieran su misión.

El número de instrucciones puede ser casi siempre reducido. Cuanto más directa sea la construcción del programa, más efectiva y fácil será esta reducción.

LA DOCUMENTACION

Un programa o una subrutina desprovista de una documentación adecuada puede tener muy poca utilidad. Se pueden retener en la memoria los detalles de utilización de un programa durante unos tres meses pero, una vez transcurridos éstos, el programa presentará un riesgo elevado de fallar cada vez que se utilice nuevamente.

La documentación no consiste tampoco en una gran obra, sino que tan sólo es preciso que conste de:

Lista de las condiciones de entrada	a) registros b) posiciones especiales
Lista de las condiciones de salida	a) registros b) posiciones especiales c) registros protegidos d) estado de los señalizadores (banderas o «flags»)

Breve descripción de la función

Todo esto, junto con un listado y un diagrama de flujo, debería guardarse en una buena libreta de notas con tapas rígidas. Si puede guardar también el código fuente original en cinta, mejor todavía. Yo suelo guardar mensajes en los mismos casetes y parece que da buen resultado.

LOS ACCESORIOS DEL PROGRAMA

Cuando se habla de lo que se necesita además del programa

para ejecutarlo, sin demasiada fantasía, se puede decir que se trata de los periféricos necesarios además del televisor. Debe adecuarse siempre la presentación al dispositivo de salida que vaya a utilizarse. Lo que podría ser muy impresionante en destellos y color tendrá un aspecto muy diferente en una impresora ZX.

LAS ESPECIFICACIONES DEL PROGRAMA

Este tema se ha dejado para el final porque todo lo demás le afecta y queda afectado por las especificaciones. Deben darse varias vueltas al asunto hasta llegar a un compromiso aceptable.

Algunos aspectos particulares merecen ser destacados si Vd. está preparando un programa para otra persona:

a) ¿Entiende Vd. bien lo que él le dice que necesita?

b) Lo que dice que necesita, ¿es una expresión verdadera de lo que realmente necesita? Recuerde que Vd. y esa persona han de tener una coincidencia de apreciaciones sobre el problema que ha de resolverse.

c) ¿Puede Vd. ver el problema como otro planteamiento general que haya resuelto antes? O, dicho con otras palabras, ¿ha solucionado Vd. algo como esto ya? ¿Será este problema el primero de una serie? ¿Sería más conveniente escribir un programa más general para prever futuras necesidades? Por ejemplo: dada la necesidad de trabajar con aritmética de hasta 7 bytes, ¿no sería mejor prever soluciones generales para N bytes y luego asignar el valor 7 a N para el caso específico?

d) Si el problema es muy amplio el tiempo empleado en diseñar la base de datos puede significar luego un ahorro de tiempo a la hora de manejar los propios datos. Todos los datos que se refieran a un tema concreto deberían almacenarse juntos, para poder acceder a ellos a través de un registro de página. Los diferentes valores dados al registro de página se utilizarán para acceder a los distintos datos.

e) Cuando ya cuente con un esquema de la solución, tendrá también algunas preguntas que hacerse. Por lo tanto, vuelva a a) y comience de nuevo.

Capítulo 3

LAS INSTRUCCIONES

Los códigos de las instrucciones y sus influencias sobre los señalizadores (banderas/«flags») están condensados en las figuras 3.1 y 3.2, junto con las combinaciones de direcciones permitidas. Estas tablas no sustituyen a los libros mencionados en el capítulo 1.

Disposición de la *Figura 3.1:*

columna	*descripción*
1	Mnemónico de la instrucción
2	Operación simbólica
3	Combinaciones de direcciones permitidas (donde están permitidas dos tipos de éstas, los dos grupos posibles se hallan separados por un espacio).

Los números colocados debajo de algunas direcciones indican los tiempos de ejecución de la operación asociada (en ciclos de reloj del ordenador).

N	indica que puede utilizarse un valor de 1 byte.
NN	indica que puede utilizarse un valor de 2 bytes.
(NN)	indica que puede utilizarse la dirección de un byte.
d	es el desplazamiento de 1 byte utilizado con un registro de página.
DISP	es el desplazamiento en el salto hacia una instrucción cercana.

CODIGO	OPERACION	DIRECCIONES - CODIGOS DE CONDICIONES - REGISTROS Y TIEMPOS DE EJECUCION (CICLOS DE RELOJ)
ADC	A ← A + S + C_y	A A|B|C|D|E|H|L|N|(HL)|(IX + d)|(IY + d) ←4→ ←7→ ←19→
	HL ← HL + S + C_y	HL BC|DE|HL|SP ←15→
ADD	A ← A + S	A A|B|C|D|E|H|L|N|(HL) ←4→ ←7→
	HL ← HL + S	HL BC|DE|HL|SP ←11→
	IX ← IX + S	IX BC|DE|IX|SP ←11→
	IY ← IY + S	IY BC|DE|IY|SP ←11→
AND	A ← A ∧ S	A|B|C|D|E|H|L|N|(HL)|(IX+d)|(IY+d) ←4→ ←7→ ←19→
BIT	Z_f ← b + S	0|1|2|3|4|5|6|7 A|B|C|D|E|H|L|(HL)|(IX+d)|(IY+d) ←8→ ←12→ ←20→
CALL	STACK PC PC ← NN	C|NC|Z|NZ|M|P|PE|PO NN ←17→ SI NO ES OBEDECIDA NN 17
CCF	C_y ← $\overline{C_y}$	
CP	FLAGS ← A − S	A|B|C|D|E|H|L|N|(HL)|(IX+d)|(IY+d) VER TAMBIEN CPD CPDR ←4→ ←7→ ←19→ F3,1d CPI CPIR
CPL	A ← $\overline{A}$	4
DAA	AJUSTE DEL RESULTADO, USADO CON ARITMETICA BCD (DECIMAL CODIF. BINARIA)	
DEC	S ← S − 1	A|B|C|D|E|H|L|BC|DE|HL|SP|IX|IY|(HL)|(IX+d)|(IY+d) ←4→ ←6→ ←10→ ←11→ ←23→
DI	INHABILITA INTERRUPCIONES - EL SPECTRUM UTILIZA INTERRUPCIONES NO ENMASCARABLES	
DJNZ	B ← B − 1 B ≠ Ø JR NN B = 0 NOP	DESPLAZAMIENTO 13 OBEDECIDA 8 NO OBEDECIDA VER JR MAS ABAJO
EI	HABILITA INTERRUPCIONES - EL SPECTRUM UTILIZA INTERRUPCIONES NO ENMASCARABLES	
EX	(SP) ⇄ S	(SP) HL|IX|IY ←19→ ←23→
	AF ⇄ AF'	AF AF' ←4→
	DE ⇄ HL	DE HL ←4→
EXX	BC ⇄ BC' DE ⇄ DE' HL ⇄ HL'	4
HALT		
IM	ASIGNA EL MODO DE INTERRUPCION	0|1|2 ←8→
IN	S ← INPUT (C)	A|B|C|D|E|H|L (C) VER TAMBIEN IND INDR ←12→ F3,1d INI INIR
	A ← INPUT (N)	A (N) 11 LEE VIA DE ACCESO («PORT») PERIFERICA
INC	S = S + 1	A|B|C|D|E|H|L|BC|DE|HL|SP|IX|IY|(HL)|(IX+d)|(IY+d) ←4→ ←6→ ←10→ ←11→ ←23→

Figura 3.1a

JP	PC ← S PC ← S IF CC	(HL)|(IX)|(IY)|NN ←4→ ←8→ ←10→ C|NC|Z|NZ|M|P|PE|PO NN ←10→
JR	PC ← PC + DISP PC ← PC + DISP IF CC	DESPLAZAMIENTO ABS (DISP) ≤ 127 PC SEÑALA A LA SIGUIENTE OP ←12→ C|NC|Z|NZ ←12→ O 7 SI NO ES OBEDECIDA
LD	CARGA LA 1.ª DIRECCION CON LA 2.ª DIRECCION	A — (BC)|(DE)|(HL)|(NN)|(IX+d)|(IY+d) ←7→ ←13→ ←19→ A|B|C|D|E|H|L — A|B|C|D|E|H|L|N ←4→ 10 A|B|C|D|E|H|L — (HL)|(IX+d)|(IY+d) ←7→ ←19→ BC|DE|HL|SP — NN|(NN) 10→ 20→ VER TAMBIEN LDD LDDR F3,1d LDI LDIR IX|IY — NN|(NN) 14→ 20→ SP — HL|IX|IY 6→ 10→ (HL) — A|B|C|D|E|H|L|N ←7→ 10 (BC)|(DE)|(HL) — A 7 (IX+d)|(IY+d) — A|B|C|D|E|H|L|N ←19→ (NN) — A|BC|DE|HL|IX|IY|SP 13→ ←20→ I/R — A 9
NEG	A = −A	8
NOP	NADA	4
OR	A = A OR S	A|B|C|D|E|H|L|N|(HL)|(IX+d)|(IY+d) ←4→ ←7→ ←19→
OUT	SALIDA DE S HACIA LA DIRECCION BC SALIDA DE A HACIA LA DIRECCION An	(C) — A|B|C|D|E|H|L ←12→ VER TAMBIEN OUTD OTDR F3,1d OUTI OTIR (N) — A 11
POP	LEE PARTE ALTA DE LA PILA SP = SP + 2	AF|BC|DE|HL|IX|IY ←10→ ←14→
PUSH	CARGA EN PILA SP = SP − 2	AF|BC|DE|HL|IX|IY ←10→ ←14→
RES	S_b ← 0	0|1|2|3|4|5|6|7 — A|B|C|D|E|H|L|(HL)|(IX+d)|(IY+d) ←8→ ←15→ ←23→
RET	POP PC DE LA PILA POP PC SI CC	10 C|NC|Z|NZ|M|P|PO|PE ←11→ OBEDECIDA 5 NO OBEDECIDA
RET I	RETORNO W DE INTERRUPCION	
RETN	RETORNO I DE UNA INTERRUP. NO ENMASCARA	
RL	ROTACION IZQUIERDA	A|B|C|D|E|H|L|(HL)|(IX+d)|(IY+d) SEE F3,2 R1 ←8→ ←15→ ←23→
RLA	ROT. IZQ. DE A	4 SEE F3,2 R1

Figura 3.1b

RLC	ROTACION IZQUIERDA	A|B|C|D|E|H|L|(HL)|(IX+d)|(IY+d) ←8→ ←15→ ←23→	VER F3,2 R2
RLCA	ROT. DER. DE A	4	VER F3,2 R2
RLD	ROTACION IZDA. DE A Y (HL)	18 BCD A Y (HL) POR PARTES	VER F3,2 R3
RR	ROTACION DERECHA	A|B|C|D|E|H|L|(HL)|(IX+d)|(IY+d) ←8→ ←15→ ←23→	VER F3,2 R4
RRA	ROT. DER. DE A	4	VER F3,2 R4
RRC	ROTACION DERECHA	A|B|C|D|E|H|L|(HL)|(IX+d)|(IY+d) ←8→ ←15→ ←23→	VER F3,2 R5
RRCA	ROT. DER.	4	VER F3,2 R5
RRD	ROTACION DERECHA DE A Y (HL)	18 BCD A Y (HL) POR PARTES	VER F3,2 R6
RST	PC EN LA PILA PC ← S	0| 8|16|24|32|40|48|56 PARA SALTOS AL ENCABEZAMIENTO DE LA ROM ←11→	
SBC	A ← A-S-Cy HL ← HL-S-Cy	A HL	A|B|C|D|E|H|L|N|(HL)|(IX+d)|(IY+d) ←4→ ←7→ ←19→ BC|DE|HL|SP ←15→
SCF	PONE A «1» SENAL. DE Cy	4	
SET	S_b ← 1	0|1|2|3|4|5|6|7 A|B|C|D|E|H|L|(HL)|(IX+d)|(IY+d) ←8→ ←15→ ←23→	
SLA	DESPLAZAMIEN. IZDA. ARITMETI.	A|B|C|D|E|H|L|(HL)|(IX+d)|(IY+d) ←8→ ←15→ ←23→	VER F3,2 S1
SRA	DESPLAZAMIEN. DER. ARITMETICO	A|B|C|D|E|H|L|(HL)|(IX+d)|(IY+d) ←8→ ←15→ ←23→	VER F3,2 S2
SRL	DESPLAZAMIEN. DERECHA LOGICO	A|B|C|D|E|H|L|(HL)|(IX+d)|(IY+d) ←8→ ←15→ ←23→	VER F3,2 S3
SUB	A ← A-S	A|B|C|D|E|H|L|N|(HL)|(IX+d)|(IY+d) ←4→ ←7→ ←19→	
XOR	A ← A ⊕ S	A|B|C|D|E|H|L|N|(HL)|(IX+d)|(IY+d) ←4→ ←7→ ←19→	

Cy = ACARREO

Figura 3.1c

			BLOQUES, REPETICION; CARGA Y COMPARACION
CPD	FLAGS ← A−(HL) HL ← HL − 1 BC ← BC − 1	COMPARACIÓN CP	TODAS LAS INSTRUCCIONES DE COMPARACION DEJAN INALTERADO EL REGISTRO A, ALTERANDO, SIN EMBARGO, LOS SEÑALIZADORES SEGUN EL RESULTADO DE LA SUSTRACCION
CPI	HL ← HL + 1 BC ← BC − 1		
CPIR	HL ← HL − 1 BC ← BC − 1	REPETICION HASTA QUE A = (HL) O BC = 0	D O I SIGNIFICAN DECREMENTAR O INCREMENTAR EL CONTENIDO DE HL. EL CONTENIDO DEL REGISTRO DOBLE BC ES DECREMENTADO EN TODOS LOS CASOS.
CPDR	HL ← HL + 1 BC ← BC − 1	REPETICION HASTA QUE A = (HL) O BC = 0	
LDD	(DE) ← (HL) DE ← DE − 1 HL ← HL − 1 BC ← BC − 1	CARGA	
LDI	DE ← DE + 1 HL ← HL + 1 BC ← BC − 1		
LDDR	DE ← DE − 1 HL ← HL − 1 BC ← BC − 1	REPETICION HASTA QUE BC = 0	DECREMENTO DESPUES DE LA EJECUCION
LDIR	DE ← DE + 1 HL ← HL + 1 BC ← BC − 1	REPETICION HASTA QUE BC = 0	DECREMENTO DESPUES DE LA EJECUCION
		BLOQUES, REPETICION (ENTRADAS/SALIDAS)	
IND	(HL) ← (C) B ← B − 1 HL ← HL − 1	BC CONTIENE LA DIRECCION DE LA VIA DE ACCESO (PORT) DE ENTRADA, HL CONTIENE LA DIRECCION DE LOS DATOS	
INI	B ← B − 1 HL ← HL + 1		
INDR	B ← B − 1 HL ← HL − 1	REPETICION HASTA QUE B = 0	DECREMENTO ANTES DE LA EJECUCION
INIR	B ← B − 1 HL ← HL + 1	REPETICION HASTA QUE B = 0	DECREMENTO ANTES DE LA EJECUCION
OUTD	(C) ← (HL) B ← B − 1 HL ← HL − 1	BC CONTIENE LA DIRECCION DE LA VIA DE ACCESO (PORT) DE SALIDA, HL CONTIENE LA DIRECCION DE LOS DATOS	
OUTI	B ← B − 1 HL ← HL + 1		
OTDR	B ← B − 1 HL ← HL − 1	REPETICION HASTA QUE B = 0	DECREMENTO ANTES DE LA EJECUCION
OTIR	B ← B − 1 HL ← HL + 1	REPETICION HASTA QUE B = 0	DECREMENTO ANTES DE LA EJECUCION

Figura 3.1d

FIG OPERACIONES DE DESPLAZAMIENTO Y ROTACION

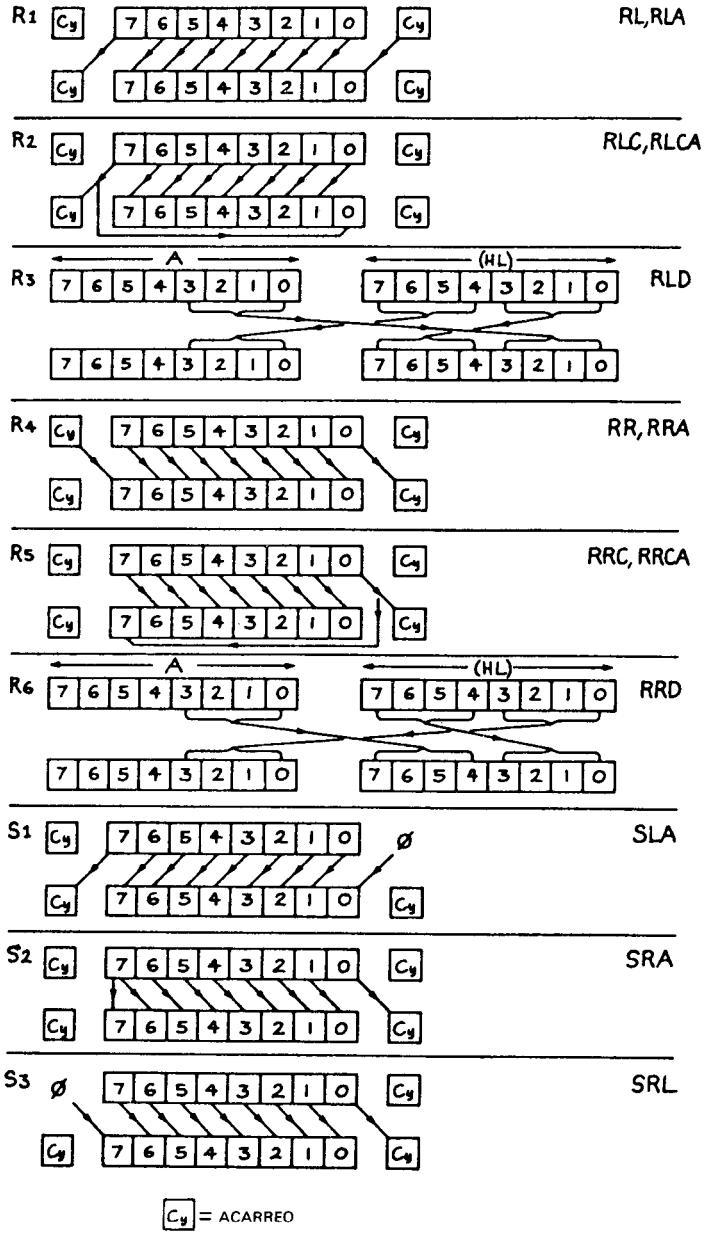


Figura 3.2

INSTRUCCIONES QUE ALTERNAN LOS SEÑALIZADORES («FLAGS»)		SEÑALIZADORES (EN EL REGISTRO F) S	Z		H		P/V	N	Cy	COMENTARIOS
ARITMETICA										
8 BIT	ADD A, r; ADC A, r	*	*		*		V	Ø	*	
	SUB r ; SBC r	*	*		*		V	1	*	
	CP r	*	*		*		V	1	*	SEÑALIZADORES A «1» PARA A-r
	NEG	*	*		*		V	1	*	SEÑALIZADORES A «1» PARA A=--A
16 BIT	ADD							Ø	*	
	ADC	*	*				V	Ø	*	
	SBC	*	*				V	1	*	
LOGICA	AND r	*	*		1		P	Ø	Ø	
	OR r ; XOR r	*	*		Ø		P	Ø	Ø	
	CPL				1			1		A = $\bar{A}$
ROTACION	RLA ; RRA				Ø			Ø	*	ROTACION DE A Y
	RLCA ; RRCA				Ø			Ø	*	ROTACION DE A Y Cy
	RL r ; RR r	*	*		Ø		P	Ø	*	ROTACION DE R Y
	RLC r ; RRC r	*	*		Ø		P	Ø	*	ROTACION DE R Y Cy
DESPLAZAMIENTO	SLA r ; SRA r	*	*		Ø		P	Ø	*	
	SRL r	*	*		Ø		P	Ø	*	
COMPROBACION DE BIT	BIT b, r		*		1			Ø		EL BIT B DE r COLOCADO EN Z
TRANSFERENCIA A ENTRADAS SALIDAS	IN r, (C)	*	*		Ø		P	Ø		
	INI ; IND	$	*					1		ENTRADA
	OUTI ; OUTD	$	*					1		SALIDA DE BLOQUES
	INIR ; INDR	$	1					1		$ = Ø IF B ≠ Ø
	OTIR ; OTDR	$	1					1		$ = 1 IF B = Ø
BLOQUES TRASLADO	LDI ; LDD				Ø		#	Ø		# PUESTO A «1» SI BC = 1
	LDIR ; LDDR				Ø		Ø	Ø		
BUSQUEDA	CPI ; CPD		$		*		#	1		$ PUESTO A «1» SI A = (HL)
	CPIR ; CPDR		$		*		#	1		# PUESTO A «1» SI BC = 1
OTRAS	CCF							Ø	$	ACARREO = $\overline{\text{ACARREO}}$
	DAA	*	*		*		P		*	AJUSTAR EL RESULTADO PARA
	DEC r	*	*		*		V	1		CONTINUAR CON ARITMETICA BCD
	INC r	*	*		*		V	Ø		
	LD A, I	*	*		Ø		$	Ø		EL «FLIP-FLOP» DE HABILITACION DE
	LD A, R	*	*		Ø		$	Ø		INTERRUPCIONES SE TRASLADA A P/V
	RLD ; RRD	*	*		Ø		P	Ø		
	SCF				Ø			Ø	1	ROTACION IZQUIERDA Y DERECHA BCD

SIMBOLOS UTILIZADOS EN LA TABLA

1. SIN SIMBOLO -- NINGUNA ACCION
2. 0 — PUESTA A «0»
3. 1 — PUESTA A «1»
4. P — P/V CON CONTENIDO DEPENDIENTE DE LA PARIDAD DEL RESULTADO
5. V — P/V CON CONTENIDO DEPENDIENTE DEL DESBORDAMIENTO NEGATIVO DE BYTE
6. * — PUEDE ESTAR A «1» O A «0»
7. b —ES UN NUMERO DE BIT (DE 0 A 7)
8. r — ES UN REGISTRO SIMPLE O UN VALOR DE UN BYTE
9. $ — } VER COMENTARIO EN LA SECCION «BLOQUES»
10. # —

Figura 3.3

LA PILA («stack»)

La pila está formada por un grupo de elementos de memoria, de longitud variable, que puede almacenar datos mediante el sistema «LIFO» («last-in-first-out» = último en entrar, primero en salir). Es como una pila de cartas, la última que se coloca encima es la primera que debe quitarse. Pero para complicar un poco más las cosas, la pila se encuentra situada en la memoria en forma invertida, es decir, la parte alta de la pila (donde se introduce el último dato) está situada en una dirección más baja que la parte baja de la misma (donde se aloja el primer dato introducido). El puntero de pila («SP», «stack pointer») es un registro de 16 bits que indica siempre la dirección del último dato introducido en la pila.

Normalmente se utiliza la pila para almacenar direcciones de retorno de subrutinas, en forma de un par de bytes. Una instrucción CALL coloca el par en la pila (y decrementa el valor de SP en dos unidades) y otra instrucción RET recupera el par de bytes (e incrementa el valor de SP en dos unidades). Sin embargo, existen también otras dos instrucciones que utilizan la pila: PUSH y POP. Cuando se utiliza PUSH con un registro de 16 bits, sus dos bytes son colocados en la parte alta de la pila y se decrementa el SP en dos. La instrucción contraria es POP, la cual coloca los valores de los dos últimos bytes de la pila en un registro de 16 bits, incrementando, al mismo tiempo, el valor de SP en dos unidades.

El uso repetido de PUSH reducirá eventualmente SP hasta que llegue a sobrescribir sus programas o datos y entonces pueden aparecer algunas consecuencias poco divertidas que suelen terminar en una puesta a cero del sistema.

Mientras que los POPs y los PUSHs se compensen entre sí, el puntero SP no se descontrolará. Normalmente son suficientes unos 200 bytes para la pila aunque con subrutinas profundamente anidadas o con una programación más avanzada que la tratada en el presente libro, se necesitaría quizás algo más que esto. Recuerde que cuanto más alta sea la dirección inicial de su programa, menos espacio le quedará para la pila.

Si POP y PUSH se desequilibran durante la ejecución de una rutina, el resultado será que la subrutina no podrá retornar correctamente (un fallo muy común en los principiantes). Sin embargo, si al entrar en la subrutina se almacena el valor de SP en alguna otra dirección (¡que no pueda ser sobrescrita por la pila!), siempre podrá salirse correctamente del más profundo nivel de anidación de la

subrutina, mediante la restitución del valor de SP y la ejecución de la instrucción RET. Por ejemplo:

```
GRAFS     LD   (DIRECCION), SP
          ...
          ...
SALIDA    LD     HL (DIRECCION)
          LD     SP, HL
          RET
```

Todo lo que había en la pila sigue todavía allí, aunque no se utilice y sea después sobrescrito por las subsiguientes instrucciones PUSH.

Capítulo 4

LA REPRESENTACIÓN DE NUMEROS

«Cuando yo utilizo una palabra», dijo Humpty Dumpty en un tono despreciativo, «significa exactamente lo que yo he escogido que signifique, ni más ni menos.»
«La cuestión es», dijo Alicia, «cómo puede usted hacer que las palabras tengan significados tan diversos.»
«La cuestión es», dijo Humpty Dumpty, «cuál de ellos debe ser el correcto. Esto es todo.»
(Alicia a través del espejo.)

Dado el contenido de un byte cualquiera, poca cosa puede decirse de él aparte de su valor. Su significado depende del programador o del programa que dieron al byte su significado particular.

Ejemplo 1

Si el byte es una copia del registro F («Flags» = señalizadores), usted deberá fijar su atención en la *figura 3.3* y además posiblemente deberá retroceder en el programa para determinar qué operación y en qué dato alteró un bit determinado del byte.

Ejemplo 2

Puede ser parte de un número en el sistema de coma flotante del Spectrum (ver *figura 4.1*). Antes de asignar un significado al byte, debe determinar de cuál de los cinco bytes posibles se trata.

Ejemplo 3

Puede tratarse de un byte correspondiente a un número entero de 16 bits. De nuevo cabe preguntarse: ¿de cuál de los dos bytes posibles se trata?

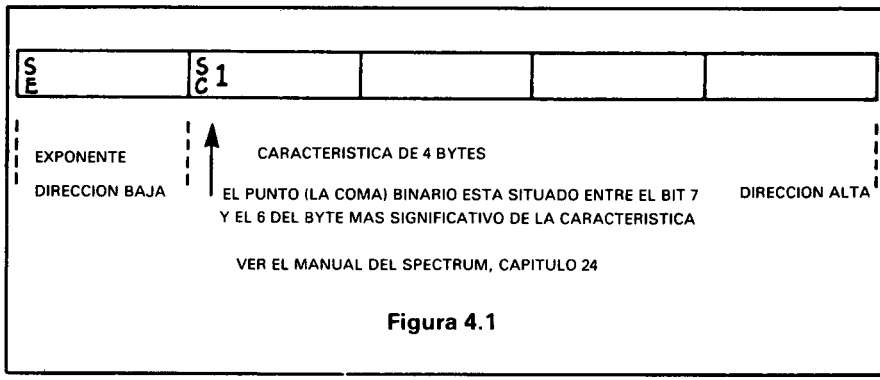


Figura 4.1

Ejemplo 4

Puede ser un auténtico valor de un solo byte, como un carácter ASCII o bien un carácter propio del Spectrum. En este caso el significado puede deducirse de la *figura 4.2.* Nótese que si se utiliza un interfaz del tipo RS232/V24, necesitará seguramente insertar unos códigos de control de transmisión y disponer adecuadamente el bit más significativo de cada carácter ASCII de acuerdo con la paridad requerida por el periférico.

Ejemplo 5

Puede ser un código de instrucción o bien parte de él. Si empieza a descifrarlo desde un lugar incorrecto, el resultado será un galimatías.

Partiendo de un solo byte no hay manera de conocer lo que éste significa. Sin embargo, si se puede determinar la posición en la que se inicia el programa en código máquina, el resto del programa seguirá de una forma lógica y una vez en marcha su ordenación se establece automáticamente por el hardware.

LOS NUMEROS EN COMA FLOTANTE *(ver figura 4.1)*

Lea el manual del Spectrum (Capítulo 24). Lo que sigue son normas para trabajar con números en coma flotante.

El signo de la característica está en el byte con dirección más baja.

Cuando trabaje con números en coma flotante, debe siempre ajustar la magnitud del exponente de tal forma que el bit posterior al bit de signo de la característica sea el inverso del bit de signo, es

INTERPRETACION DEL VALOR DEL BYTE

◄ BYTE ►							
7	6	5	4	3	2	1	0
TABLA		FILA			COLUMNA		

CODIGOS ASCII

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	NUL	SOH	STX	ETX	EOT	EN	ACK	BEL
1	BS	HT	LF	VT	FF	CR	SO	SI
2	DLE	DC1	DC2	DC3	DC4	NAK	SYN	ETB
3	CAN	EM	SUB	ESC	FS	GS	RS	ITB
4	SPACE	!	* "	* #	$	%	&	'
5	(	)	*	+	,	—	.	/
6	Ø	1	2	3	4	5	6	7
7	8	9	:	;	<	=	>	?

TABLA Ø

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	@	A	B	C	D	E	F	G
1	H	I	J	K	L	M	N	O
2	P	Q	R	S	T	U	V	W
3	X	Y	Z	* [	* \	*]	—	* ↑
4	£	a	b	c	d	e	f	g
5	h	i	j	k	l	m	n	o
6	p	q	r	s	t	u	v	w
7	x	y	z	* {	* |	* }	* ~	* ©

TABLA 1

* ESTOS CARACTERES SON VARIABLES NACIONALES

CARACTERES DEL SPECTRUM

	0	1	2	3	4	5	6	7
0							PRINT	EDIT
1	←	→	↓	↑	DELETE	ENTER	GRAPHICS	
2	INK	PAPER	FLASH	BRIGHT	INVERSE	OVER	AT	TAB
3								

TABLA Ø

	0	1	2	3	4	5	6	7
0								
1								
2	a	b	c	d	e	f	g	h
3	i	j	k	l	m	n	o	p
4	q	r	s	t	u	RND	INKEY$	PI
5	FN	POINT	SCREEN$	ATTR	AT	TAB	VAL$	CODE
6	VAL	LEN	SIN	COS	TAN	ASN	ACS	ATN
7	LN	EXP	INT	SQR	SGN	ABS	PEEK	IN

USER DEFINED GRAPHICS

TABLA 2

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	USR	STR$	CHR$	NOT	BIN	OR	AND	<=
1	>=	<>	LINE	THEN	TO	STEP	DEF FN	CAT
2	FORMAT	MOVE	ERASE	OPEN	CLOSE	MERGE	VERIFY	BEEP
3	CIRCLE	INK	PAPER	FLASH	BRIGHT	INVERSE	OVER	OUT
4	LPRINT	LLIST	STOP	READ	DATA	RESTORE	NEW	BORDER
5	CONTINUE	DIM	REM	FOR	GOTO	GOSUB	INPUT	LOAD
6	LIST	LET	PAUSE	NEXT	POKE	PRINT	PLOT	RUN
7	SAVE	RANDOMIZE	IF	CLS	DRAW	CLEAR	RETURN	COPY

TABLA 3

* LOS ESPACIOS ENCERRADOS POR LINEA MAS GRUESA INCLUYEN LAS INDICACIONES DE LOS GRAFICOS DEFINIDOS POR EL USUARIO

Figura 4.2

decir, que la característica puede empezar por 01 o bien por 10, pero nunca por 00 ni por 11.

Para sumar o restar números en coma flotante, primero deben igualarse los exponentes (desplace la característica del número menor hacia la derecha hasta que su exponente sea incrementado) y después sume o reste las características como sea preciso y corrija el exponente si es necesario. Este método de desplazamiento para igualar exponentes se llama normalización.

LA MULTIPLICACION Y LA DIVISION DE NUMEROS EN COMA FLOTANTE

1) No lo haga, a menos que se vea obligado a ello.
2) Si debe hacerlo:
   a) sume o reste los exponentes
   b) multiplique o divida las características; o bien:
   c) ¡deje al BASIC que lo haga por usted!

LAS ESTRUCTURAS DE DATOS

Las estructuras de datos pueden ser tan sencillas o complejas, largas o cortas como se desee, pueden enredarse o puede encontrarse un lugar para alojarlas. Hay una solución para cada tipo de problemas.

Supongamos que deba almacenarse una gran cantidad de datos alfanuméricos. Tenemos A-z, A-Z, 0-9, espacio y puntuación. Si introducimos un carácter SHIFT para distinguir entre mayúsculas y minúsculas y colocamos los números en el grupo contrario a la puntuación, podremos comprimir la totalidad del planteamiento en 40 códigos distintos. De esta forma, 40 * 40 * 40 = 64000 y 16 bits en 2 bytes tienen un valor máximo de 65535. Por el precio de algunos códigos podemos tener tres caracteres donde antes había sólo dos. Por tanto, logramos un incremento del 50 % en la capacidad de almacenamiento.

Tenemos ahora un caso parecido: existen en total 26 * 26 = 676 pares de letras posibles: aa, ab, ac, ... zx, zy, zz, los cuales no existen en su totalidad en ninguno de los idiomas más corrientes. Posiblemente, para una aplicación concreta, sean necesarios menos de 256 pares, con lo cual la introducción puede ser codificada a dos letras por byte, con el resultado de doblar la capacidad de almacenamiento.

Cuando se manejan grandes conjuntos o matrices de datos numéricos, de los cuales muchos elementos son nulos, debe procurarse encontrar la forma de tratar los datos no como matrices sino utilizando únicamente como los elementos no nulos. Esto será quizás algo más lento pero, al menos, resolveremos el problema.

LA ARITMETICA CON Y SIN SIGNO

La aritmética con signo utiliza el bit más significativo del valor para indicar el signo aritmético de los bits restantes. En la aritmética sin signo se sigue la pista de los valores de las variables. Generalmente basta con ignorar el bit de signo, como se hace en el direccionamiento (pero se tiene en cuenta el señalizador de acarreo («carry flag»)).

Capítulo 5

EL DIRECCIONAMIENTO

El direccionamiento es el método mediante el cual los datos o valores constantes almacenados en la memoria son transferidos a los registros del Z80 para trabajar con ellos, y es un concepto de gran importancia. El Z80 tiene muchos modos de direccionamiento, algunos más útiles que otros en ciertas aplicaciones. Debe usted tener siempre muy claro cuándo está utilizando variables de 8 bits y cuándo las usa de 16 bits. Las direcciones son siempre valores de 16 bits y se refieren o bien a un byte o bien al byte más bajo de los dos que forman el valor de 16 bits. Recuerde, no obstante, que en la zona de programa BASIC, el sistema del Spectrum tiene los bytes de los números de línea invertidos entre sí.

Existen diferentes métodos para acceder a los datos. Algunos se detallan a continuación:

EL METODO DIRECTO

La posición del dato es conocida, y tiene un nombre o un valor numérico.

Por ejemplo:

LD HL,(23627)	colocará el contenido de 23627/8 en el registro doble HL.
LD A,(23627)	colocará el contenido del byte 23627 en el acumulador o registro A.

EL METODO DIRECTO CON UN DESPLAZAMIENTO FIJO

Por lo que se refiere a la forma de actuar, es idéntica al direccionamiento directo.

Por ejemplo:

LD B,(PHRED+5)	PHRED es un valor determinado por el ensamblador durante el proceso de ensamblaje.

En la mayoría de los ensambladores, la dirección puede ser generada mediante cualquier combinación de etiquetas y valores numéricos unidos con signos «+» o «—». También puede darse un valor determinado a una etiqueta en vez de ser asignado este valor por el ensamblador.

EL METODO INDIRECTO

La dirección del dato requerido se encuentra en un lugar conocido. Por ejemplo:

LD HL,(PHRED)	cargará HL con la dirección.
LD B,(HL)	cargará B con el byte contenido en la dirección señalada por HL.

EL DIRECCIONAMIENTO INDEXADO

Este método utiliza dos registros de 16 bits, IX e IY. En este contexto, una página es una zona de no más de 256 bytes cuya dirección se carga como un valor de 16 bits en el registro IX o en el IY. Se supone que existen varias de estas páginas situadas ordenadamente conteniendo cada una de ellas datos para una utilización determinada (ver un ejemplo de ello en el Capítulo 10). Los datos son tratados mediante desplazamientos con relación al inicio de cada página.

Por ejemplo:

LD A,(IX+5)	cargará A con el 6.° byte de la página que empieza en la dirección señalada por IX.

El método se vuelve más transparente si al desplazamiento fijo le damos un nombre que indique su contenido. Considérense, por ejemplo, los resultados de un examen. A cada alumno se le asigna una página organizada de la siguiente forma:

N.º de byte	*Contenido*	
0 } 1 }	n.º de alumno	
2	nota	Matemáticas
3	»	Inglés
4	nota	Física
5	»	Historia
6 ...	etc.	

Entonces podemos usar: LD A,(IX+FISICA), siempre y cuando le hayamos dicho al ensamblador que FISICA tiene el valor 4. Para cargar HL con el número de alumno debe ordenarse:

```
LD  L,(IX+0)        para cargar el byte «bajo»
LD  H,(IX+1)        para cargar el byte «alto»
```

Para pasar al siguiente alumno solamente será preciso sumar la cantidad adecuada al registro de página IX. En el manual del Spectrum se nos advierte que el registro IY no debe ser utilizado, pero esto no es estrictamente verdadero. Aunque su valor no debe alterarse *nunca,* está siempre fijado en 23610 y puede utilizarse para acceder a algunas variables del sistema. Por ejemplo, para poner a «1» el bit n.º 1 de los señalizadores («flags»), la instrucción sería:

```
SET  1,(IY+)
```

EL METODO INDIRECTO MULTIPLE

Cuando se tiene acceso solamente a la dirección del dato, hay que repetir el proceso utilizado para obtener una dirección indirecta. Teóricamente no hay límite en cuanto a los niveles a los que se puede llegar a actuar con este proceso, aunque no considero razonable más de tres niveles de descenso.

EL METODO ENCADENADO (ver *figura 5.1*)

Este método consiste generalmente en encadenar bloques de datos de tal forma que permita efectuar una localización rápida. El encadenamiento requiere que cada elemento de los datos lleve con-

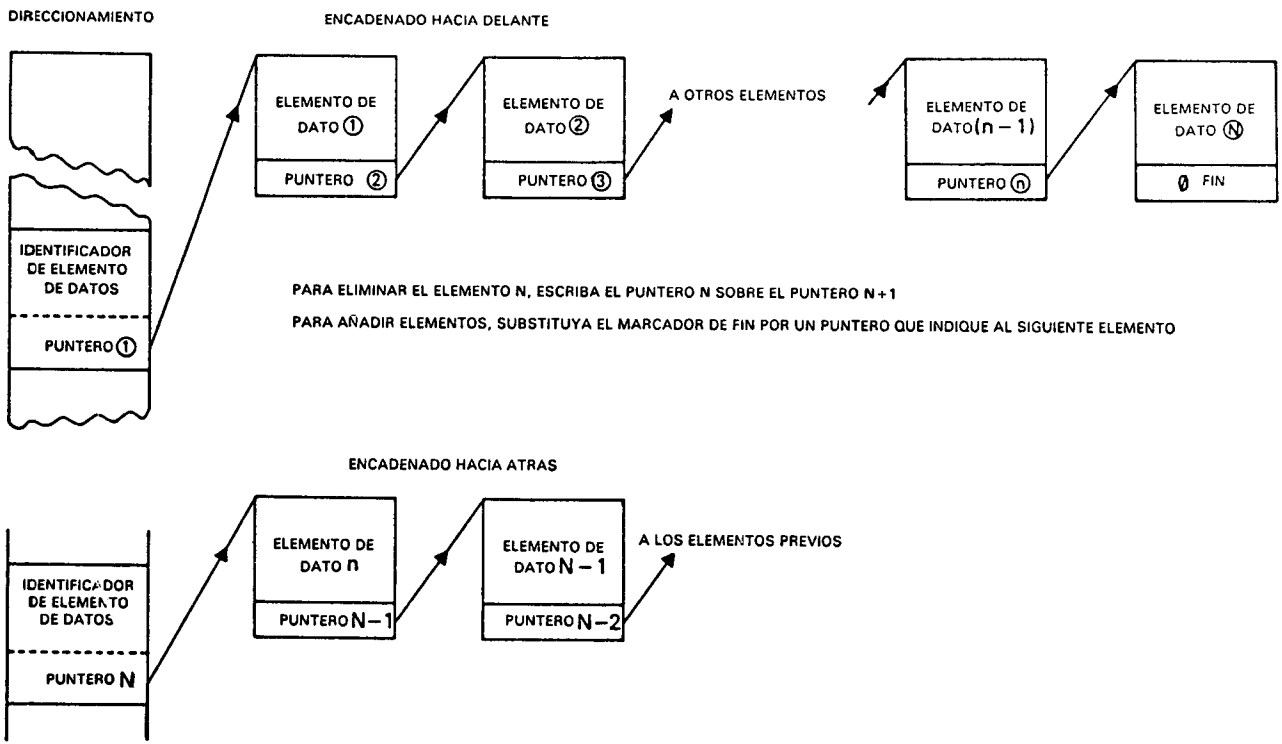

DIRECCIONAMIENTO
ENCADENADO HACIA DELANTE
IDENTIFICADOR DE ELEMENTO DE DATOS
PUNTERO ①
ELEMENTO DE DATO ①
PUNTERO ②
ELEMENTO DE DATO ②
PUNTERO ③
A OTROS ELEMENTOS
ELEMENTO DE DATO (n − 1)
PUNTERO ⓝ
ELEMENTO DE DATO Ⓝ
Ø FIN
PARA ELIMINAR EL ELEMENTO N, ESCRIBA EL PUNTERO N SOBRE EL PUNTERO N+1
PARA AÑADIR ELEMENTOS, SUBSTITUYA EL MARCADOR DE FIN POR UN PUNTERO QUE INDIQUE AL SIGUIENTE ELEMENTO
ENCADENADO HACIA ATRAS
IDENTIFICADOR DE ELEMENTO DE DATOS
PUNTERO N
ELEMENTO DE DATO n
PUNTERO N−1
ELEMENTO DE DATO N − 1
PUNTERO N−2
A LOS ELEMENTOS PREVIOS

Figura 5.1a

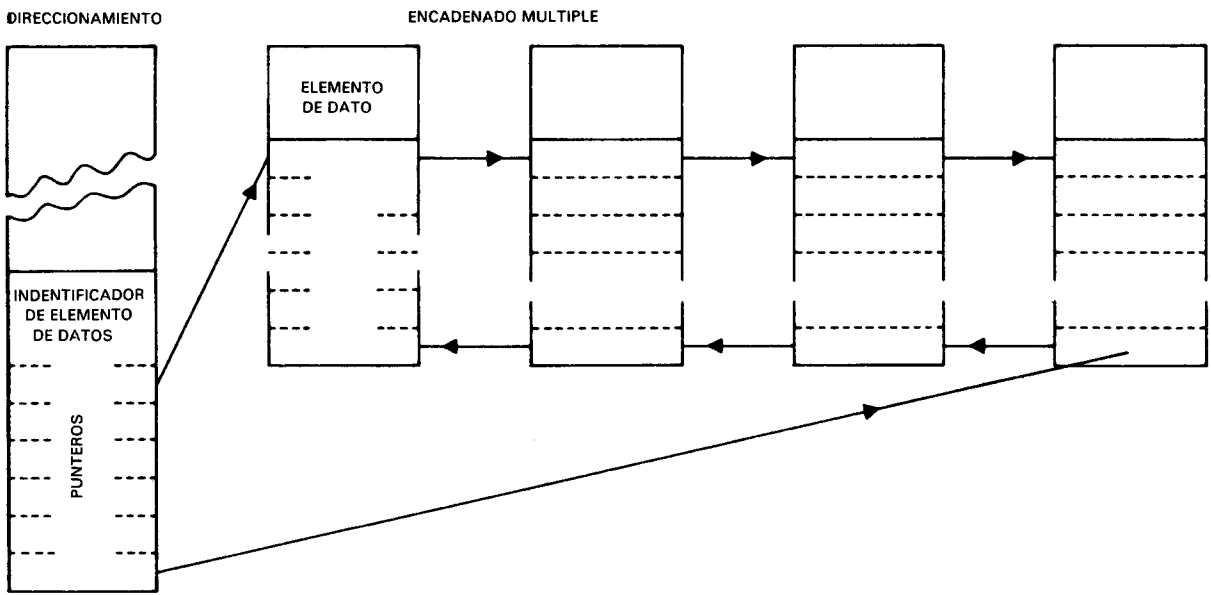

DIRECCIONAMIENTO
ENCADENADO MULTIPLE
ELEMENTO
DE DATO
INDENTIFICADOR
DE ELEMENTO
DE DATOS
PUNTEROS

Figura 5.1b

sigo la dirección de uno o más elementos asociados. Estas direcciones se conocen también con el nombre de punteros. El encadenado puede ser hacia adelante, hacia atrás o bien ambos a la vez. La eliminación de un elemento de la cadena se realiza mediante un salto del puntero hacia otra dirección, de tal forma que no existen aquellos elementos que no están señalados por ningún puntero.

Normalmente es necesario utilizar una rutina que elimine la información inservible, ordene de nuevo los datos y borre físicamente los elementos que hayan sido eliminados de la cadena.

Nótese que varias cadenas independientes pueden enlazarse a través de los mismos datos (siempre que se destine espacio a sus punteros).

El programa BASIC del Spectrum es un ejemplo de encadenado hacia adelante. Cada línea lleva un puntero que señala el inicio de la línea siguiente. El encadenado hacia adelante es fácil. Los saltos hacia atrás (como GOTO... un número de línea anterior) son siempre búsquedas desde el principio.

LA COMPUTACION DE DIRECCIONES (E INSTRUCCIONES)

Cuando se trabaja con una gran variedad de direcciones, existe a veces la tentación de construir la dirección (o instrucción), introducirla directamente en el código y luego ejecutarla.

Esta técnica no es recomendable, aunque puede ser tolerada, especialmente cuando son importantes la velocidad y el tamaño del programa. Yo mismo la utilizo y todo lo que podría decirle es: «Tenga cuidado». Recuerde que no puede usar esta técnica si el programa va a ser cargado en un módulo PROM o ROM.

Notas:

1 Utilícelo solamente en subrutinas, nunca en la línea principal de un programa.
2 Al hacerlo en una subrutina, asegúrese de que conoce el efecto que producirá cada instrucción computada. Nunca compute una instrucción sin estar seguro de ello.
3 Asegúrese de que conoce la forma en que el ensamblador va a ensamblar las instrucciones que vayan a ser modificadas pues algunas de ellas pueden ser ensambladas de diferentes formas, por ej.: LD HL,(NN) puede ser codificado (en hexadecimal): 2A-n1-n2 o bien ED-6B-n1-n2. (Los ejemplos en

código de este libro utilizan, a mi entender, un ensamblador que produce la más corta de dos formas equivalentes).

4 Si usted etiqueta la instrucción, entonces la etiqueta tiene la dirección del primer byte.

5 Recuerde, cuando documente o publique el código, prestar especial atención a lo que haya hecho. Otra persona con un ensamblador diferente puede producir un resultado distinto.

Capítulo 6

LOS PRINCIPIOS ELEMENTALES

INTRODUCCION

Este capítulo trata de dos aspectos esenciales de la programación en código máquina: los tiempos de ejecución de un programa y el traspaso de información entre subrutinas. Intento también mostrar la forma en que se desarrollan las soluciones. Lamento no conocer la fórmula para transferir años de experiencia a un principiante. A medida que usted vaya ganando experiencia, mire hacia atrás y observe sus primeros esfuerzos. Cuanto más deba retroceder para ello, más habrá aprendido.

EL BORRADO DE LA MEMORIA DE PANTALLA. UN ENSAYO EN TIEMPOS DE EJECUCION

Se trata de una rutina elemental para borrar los 6144 bytes de la memoria de pantalla (buffer), la cual empieza en la dirección 16384.

Mi primer intento fue éste:

```
        LD      BC,6144     1
        LD      HL,16384    2
CLRE    LD      A,0         3
        LD      (HL),A      4
        INC     HL          5
        DEC     BC          6
        LD      A,B         7
        OR      C           8
        JR      NZ,CLRE     9
```

y funciona pero no queda muy elegante.

Nótese, sin embargo:

a) Las líneas 7, 8 y 9 son un modo de comprobar que BC = 0 ya que las operaciones DEC o INC sobre registros dobles no afectan a los señalizadores.

b) Las instrucciones 3 y 4 pueden ser condensadas en una sola; olvidé que LD (HL),0 también es una instrucción válida.

El bucle 3/4 a 9 requiere 37 ciclos de reloj (ver *figura 3.1*) y se ejecuta 6144 veces, dando un total de 227.300 ciclos de reloj. ¿Podemos ganar rapidez?

2.ª versión:

```
        LD      HL,16384    1
        LD      C,24        2
LIN3    LD      B,0         3
LIN4    LD      (HL),0      4
        INC     HL          5
        DJNZ    LIN4        6
        DEC     C           7
        JR      NZ,LIN3     8
```

El bucle interior, el mayor consumidor de tiempo en rutinas de este tipo, requiere 6144 × 29 = 178.000 ciclos de reloj, lo cual representa un 78 % del tiempo exigido en el primer intento.

Sin embargo, aparecen problemas cuando se intenta generalizar la solución ya que en este caso se cumple que 6144 = 24 * 256, pero en otros, ¿estarían B y C dispuestos correctamente para las operaciones DEC y JR?

No hemos llegado todavía al final del camino. Lo que hemos hecho hasta ahora es cargar el mismo dato en distintas posiciones sucesivas. Supongamos ahora que primeramente borramos la posición 0, luego trasladamos la posición 0 a la posición 1, después la posición 1 a la posición 2, etc. Veamos qué ocurre utilizando, por ejemplo, la instrucción LDIR:

```
LD      HL,16384    1
LD      DE,16385    2
LD      BC,6143     3
LD      (HL),0      4
LDIR                5
```

y todo es efectuado 6143 veces por el LDIR a 21 ciclos de reloj cada vez. El tiempo total es, por tanto, 129.000 ciclos, o sea el 57 % del primer intento.

Si intentáramos cambiar los parámetros por variables y convertir esta subrutina en algo más universal, nos encontraríamos con todas las complejidades derivadas de sacar del juego a los parámetros, lo cual, hasta este momento, constituye un esfuerzo que no vale la pena realizar.

Con un pequeño cambio en la línea 4 tenemos la sùbrutina de borrado de pantalla CLRD («Clear Display») *(Listado 6.1),* en la que entramos con A = 0.

LA PREPARACION DEL AREA DE ATRIBUTOS

Podemos aprovechar gran parte de la rutina anterior, sólo cambiando los valores de HL, DE y BC y dando un nuevo nombre a la rutina: SETA («Set Up Attributes»), la cual se utiliza con A = byte de atributo requerido.

Listado 6.1

```
1335 CLRD    PUSH AF
1340         PUSH BC
1345         PUSH HL
1350         LD   HL,16384
1355         LD   DE,16385
1360         LD   BC,6143
1365         LD   (HL),A
1370         LDIR
1375         POP  HL
1380         POP  BC
1385         POP  AF
1390         RET
```

Listado 6.2

```
0745 WAIT$   PUSH BC
0746         PUSH DE
0747         PUSH HL
0748         LD   BC,0
```

```
0749          LD    DE,0
0750          LD    HL,0
0751          PUSH  AF
0752          LDIR
0753          POP   AF
0754          POP   HL
0755          POP   DE
0756          POP   BC
0757          RET
0760 LWAIT    PUSH  BC
0761          LD    B,0
0762 LWAIU    CALL  WAIT$
0763          DJNZ  LWAIU
0764          POP   BC
0765          RET
```

No pretendo de ninguna manera asegurar que las rutinas de este libro tengan el mínimo de longitud o el mínimo tiempo de ejecución. Dos o tres personas en competición entre ellas deberían ser capaces de obtener importantes ahorros de tiempo y espacio en la mayoría de ellas.

LA RUTINA DE ESPERA (WAIT) Y EL TRASPASO DE DATOS ENTRE SUBRUTINAS

Cuando se utilizan programas en código máquina, ocurre frecuentemente que la presentación de datos en pantalla se produce de una forma más rápida de la que sería necesaria, ciertamente mucho más rápida de lo que puede ser asimilada. Necesitamos una rutina para retardar algo el proceso en estos casos.

Volviendo de nuevo a la rutina CLDR, la operación LDIR es relativamente lenta. Si la introdujéramos con HL = DE y BC = 0, consumiría un total de 65536 × 21 ciclos de reloj, o sea, aproximadamente 0,4 segundos a una velocidad del reloj de 3,5 MHz. Por lo tanto, podemos utilizar la rutina WAIT *(Listados 6.2 y 6.3)* procurando guardar los contenidos de los registros y recuperarlos después, para que la subrutina pueda ser llamada mediante la instrucción CALL WAIT desde cualquier punto sin temor a provocar una gran perturbación.

Si deseamos una pausa aún más larga, podemos colocar la llamada a WAIT dentro de otro bucle para obtener un tiempo de pausa de unos 60-70 segundos (rutina LWAIT).

Trabajando con la función WAIT, es interesante a veces que la rutina espere a que una tecla sea pulsada y, al mismo tiempo, podemos asignar misiones específicas a determinadas teclas (para prever su uso como entrada de datos, movimiento del cursor, juegos, etc.).

La respuesta al «¿cómo?» se encuentra en la posición 23560 del área de variables del Spectrum, que contiene precisamente el código de la última tecla pulsada por el usuario. Recuerde que el sistema de interrupción del Spectrum está funcionando durante todo el tiempo que sus rutinas están en marcha (usted está, realmente, trabajando a tiempo compartido con él), por lo tanto, podemos utilizar un bucle que lea el contenido de la dirección 23560 y espere a que aparezca en ella el código que deseamos.

Hay dos problemas a resolver:

a) ¿Cómo formamos la lista?
b) ¿Cómo le decimos a la rutina dónde se encuentra la lista?

Listado 6.3

```
0520 PAUSE   PUSH AF
0525         PUSH BC
0530         PUSH DE
0535         PUSH HL
0540 PAUS1   LD   A,(LASTK)
0545         CP   0
0550         JR   Z,PAUS1
0555         LD   (CHAR$),A
0560         LD   A,0
0565         LD   (LASTK),A
0570         POP  HL
0575         POP  BC
0580         POP  AF
0585         RET
0590 CHAR$   DEFB 0
0595 LASTK   EQU  23560
0600 IFKEY   POP  HL
0605         PUSH HL
0610 IF1     LD   A,(LASTK)
0615         CP   0
0620         JR   Z,IF1
0625         LD   B,A
0630 NXBYT   LD   A,(HL)
0635         CP   0
```

```
0640          JR    Z,IFKEY
0645          CP    B
0650          JR    Z,MATCH
0655          LD    DE,4
0660          ADD   HL,DE
0665          JR    NXBYT
0670 MATCH    INC   HL
0675          POP   BC
0680          LD    B,A
0685          LD    A,0
0690          LD    (LASTK),A
0695          JP    (HL)
```

Comentario:

La lista debe contener dos cosas: un código de carácter y una dirección a dónde dirigirse cuando el carácter buscado aparezca. Algunos ensambladores no permiten colocar una dirección dentro de una lista y la dirección puede entonces encontrarse tan lejos que no pueda utilizarse un salto relativo para acceder a ella.

La lista debería tener esta forma:

Código de carácter
JP DIRECCION

¿Qué hay respecto a la longitud de la lista?

Podríamos determinar de antemano la longitud de la lista y colocarla en un registro dentro de la subrutina pero si luego deseáramos añadir o eliminar elementos de la lista, debería modificarse también aquel registro. Una forma mejor sería sacrificar un código de carácter y utilizarlo para indicar el fin de la lista. Yo uso el 0 ya que es poco utilizado y se puede comprobar muy fácilmente.

Ahora la lista aparecería de esta forma:

Código 1
JP DIRECCION 1
Código 2
JP DIRECCION 2
nop

La forma de la lista ha sido ya determinada. ¿Cómo le decimos ahora a la rutina dónde se encuentra la lista?

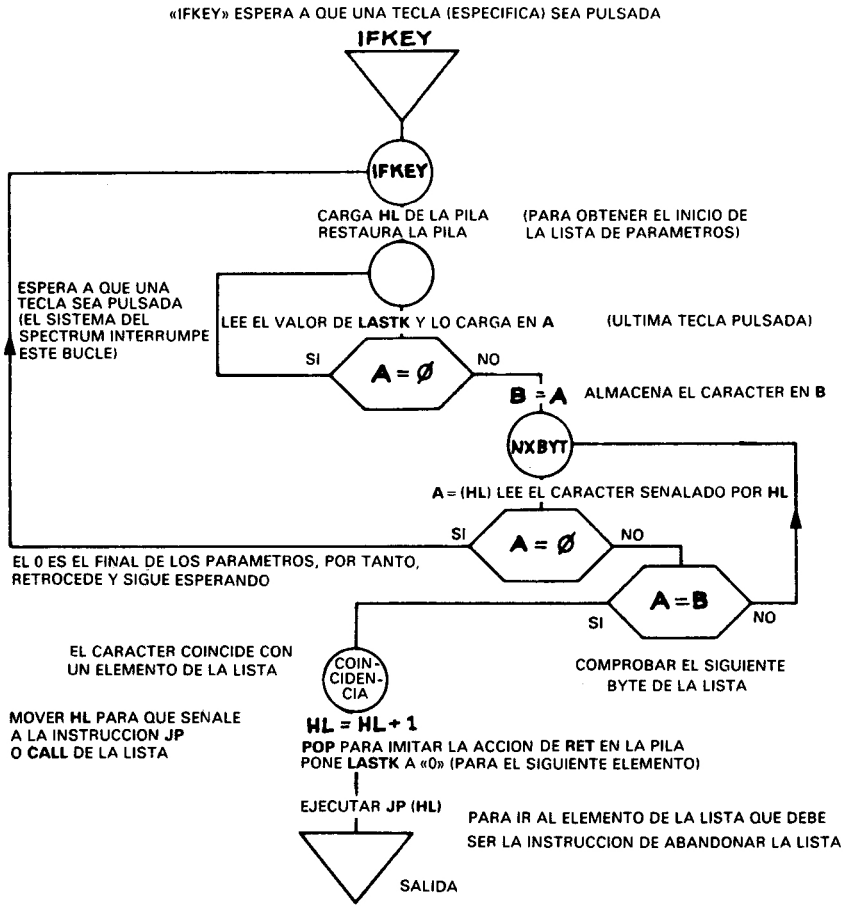


Diagrama de flujo 6.1

Nos encontramos ahora con dos formas de pensar distintas: una dice que las listas y constantes parecidas deben mantenerse apartadas y la otra sostiene que, siempre que sea posible, las constantes deben alojarse razonablemente cerca de las rutinas que tengan que utilizarlas.

Yo tiendo más hacia la segunda forma de pensar ya que, de esta forma, las rutinas quedan más auto-documentadas. Si llamamos pues a la rutina «IFKEY» (detección de tecla pulsada)—que tiene la tendencia de ser auto-explicativa—, su utilización podría ser como sigue:

```
CALL  IFKEY
DEFB  "A"
JP    AREAD
DEFB  "+"
JP    INCR
NOP
```

La instrucción DEFB coloca un código de carácter en la rutina. La llamada a IFKEY detiene el programa hasta que la A mayúscula o bien el símbolo « + » sean pulsados.

¿Cómo colocamos la lista en la rutina?

La parte más alta de la pila contiene la dirección de retorno de la subrutina. Por lo tanto, señala el código de «A» en el ejemplo anterior. Utilizamos POP para trasladarla desde la pila a un registro adecuado. Como usted ya habrá adivinado, la rutina IFKEY es llamada como una subrutina, pero *no* retorna al programa desde donde había sido llamada por medio de una instrucción RET (la cual requiere una operación POP suplementaria para compensar la acción PUSH inicial de la llamada CALL).

SINOPSIS

CLRD	borra la pantalla.
IFKEY	espera hasta que una tecla de entre las que ha sido preseleccionada sea pulsada.
WAIT	produce una pausa de aproximadamente 1/4 segundo.
LWAIT	produce una pausa de aproximadamente un minuto.

Capítulo 7

LA PRESENTACION EN PANTALLA

El único medio real que posee el Spectrum para comunicarse con su usuario es a través de la pantalla del televisor y, por lo tanto, es muy importante saber controlar esta forma de comunicación. Primeramente voy a presentar la necesaria rutina de cálculo, seguida de un programa de presentación de caracteres completos.

Para presentar algo en pantalla, debemos antes conocer la forma de localizar un «pixel» determinado en la memoria de pantalla. Después continuaremos con la escritura de caracteres ASCII, cadenas de texto, números en base octal y presentación de los contenidos de los registros. Al mismo tiempo, se introducirá la idea de las «variables globales».

LA COLOCACION DE UN «PIXEL» EN LA MEMORIA DE PANTALLA

«La memoria de pantalla contiene una copia de la imagen del televisor...», como puede leerse en el Capítulo 24 del manual del Spectrum.

En todas estas rutinas, el origen de la pantalla se encuentra en la esquina superior izquierda.

La pantalla se divide en tres secciones, cada una de ellas con ocho líneas de texto (64 líneas de «pixels»). Hay 256 «pixels» en cada fila, contenidos en 32 bytes de datos. Un bit puesto a «1» significa que se trata de un elemento de tinta («ink»). Los 32 bytes siguientes a los de la fila 0 contienen los datos de la fila 8, los 32 siguientes, los de la fila 16, y así sucesivamente para el primer tercio de la pantalla (ver *figura 7.1a*).

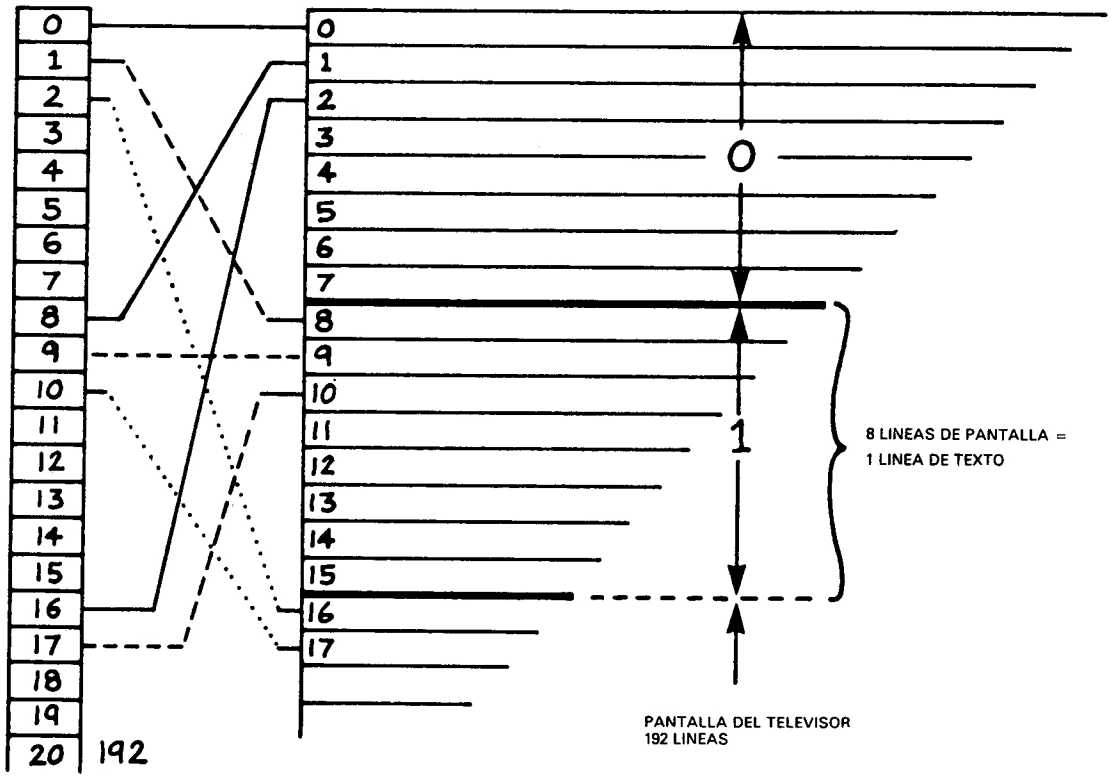

0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
192
MEMORIA DE PANTALLA
BLOQUES DE 32 BYTES
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
0
1
8 LINEAS DE PANTALLA =
1 LINEA DE TEXTO
PANTALLA DEL TELEVISOR
192 LINEAS

Figura 7.1a

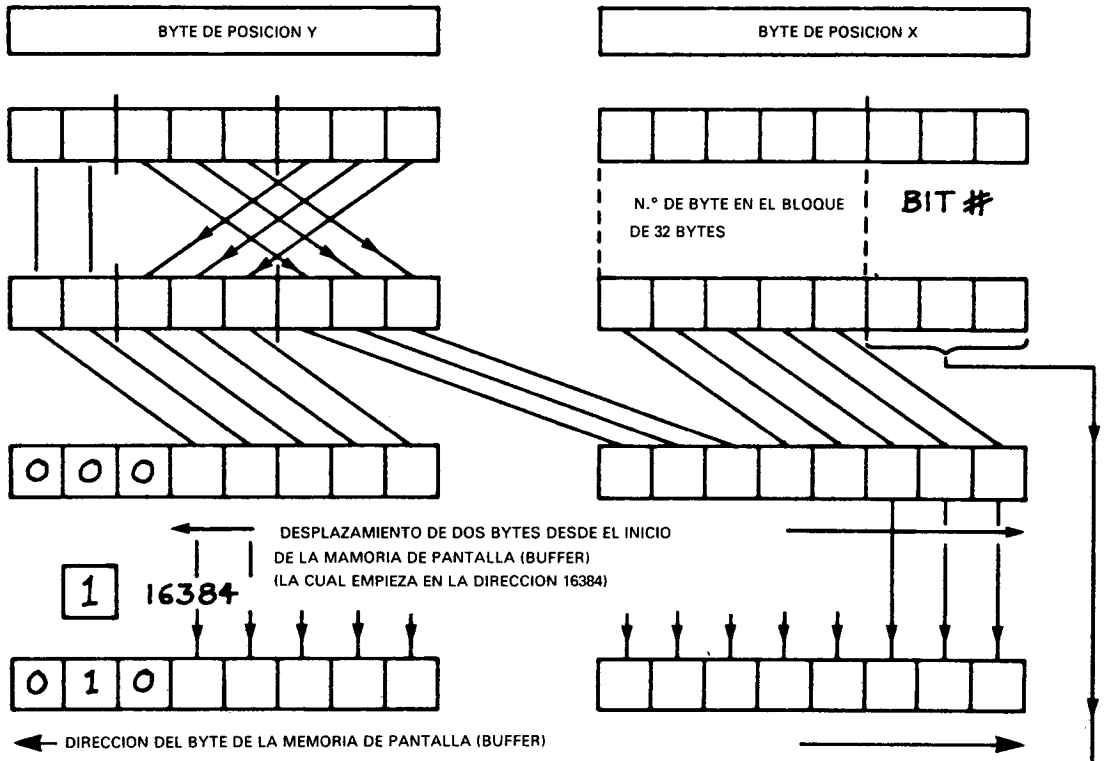

BYTE DE POSICION Y
BYTE DE POSICION X
N.° DE BYTE EN EL BLOQUE
DE 32 BYTES
BIT #
0 0 0
DESPLAZAMIENTO DE DOS BYTES DESDE EL INICIO
DE LA MAMORIA DE PANTALLA (BUFFER)
(LA CUAL EMPIEZA EN LA DIRECCION 16384)
1
16384
0 1 0
DIRECCION DEL BYTE DE LA MEMORIA DE PANTALLA (BUFFER)
N.° DE BIT (DEL BIT MAS SIGNIFICATIVO)
SEÑALANDO AL ELEMENTO DE IMAGEN («PIXEL»)

Figura 7.1b

De esto deducimos que la posición horizontal (o coordenada x) especifica un bit concreto dentro de los 256 posibles del bloque de 32 bytes.

El paso 1 consiste en colocar el valor x en un byte y utilizar los tres bits menos significativos para señalar un bit determinado dentro de un byte. Los cinco bits más significativos restantes indican concretamente a qué byte dentro del bloque de 32 se refiere.

El paso 2 consiste en determinar a cuál de los 192 bloques de 32 bytes debemos referirnos. Esto debe deducirse de la posición vertical (o coordenada y). En la *figura 7.1a* vemos que:

La fila 0 utiliza el bloque 0
La fila 1 utiliza el bloque 8
La fila 2 utiliza el bloque 16, etc.

Esto puede que no aclare mucho el asunto, escrito de esta forma, pero recuerde que estamos tratando con un ordenador y que si pensamos en binario o bien en octal podremos entendernos mucho mejor con él.

Listado 7.1

```
a     0795 PLOT   PUSH BC
      0800        PUSH DE

      0805        LD   A,C
b     0810        AND  7
      0815        ADD  1
      0820        LD   E,A

      0825        SRL  C
c     0830        SRL  C
      0835        SRL  C

      0840        LD   A,B
      0845        AND  56
d     0850        SLA  A
      0855        SLA  A
      0860        OR   C
      0865        LD   C,A

      0870        LD   A,B
```

```
        0875          AND  7
        0880          LD   D,A
        0885          LD   A,B
e       0890          AND  192
        0895          SRL  A
        0900          SRL  A
        0905          SRL  A
        0910          ADD  D

f       0915          ADD  64
        0920          LD   B,A

        0925          PUSH BC
g       0930          POP  HL

        0935          LD   B,E
        0940          LD   A,128
h       0945          JR   PLA
        0950 PLB      SRL  A
        0955 PLA      DJNZ PLB

        0960          POP  DE
j       0965          POP  BC
        0970          RET
```

Repitamos ahora la relación de la *figura 7.1a* en octal:

La fila 00 utiliza el bloque 00
La fila 01 utiliza el bloque 10
La fila 02 utiliza el bloque 20
La fila 10 utiliza el bloque 01
La fila 11 utiliza el bloque 11
La fila 20 utiliza el bloque 02
La fila 21 utiliza el bloque 12

y ¡se hizo la luz!

Para las 64 filas de cada sección, todo lo que debemos hacer es invertir entre sí los dos dígitos octales menos significativos del número de fila (que es la coordenada y) para tener indicado el bloque de 32 bytes de la sección. Los dos bits restantes del número de fila pueden ser entonces 00, 01 ó 10, para seleccionar cuál de las tres secciones queremos (11 no es un valor válido).

Ahora que sabemos lo que queremos hacer, podemos dibujar un diagrama de manipulación de bit *(figura 7.1b)*. A partir de aquí, el programa es relativamente sencillo pero observe que se opera solamente con registros. Cuando una rutina debe utilizarse muy frecuentemente, han de evitarse los accesos a la memoria ya que consumen la mitad más de tiempo que las operaciones directas con registros. Por otra parte, cuando deban escribirse caracteres en pantalla, esta rutina deberá llamarse ocho veces por cada carácter, o sea, 6144 veces para llenar la pantalla.

Vamos ahora a por las formalidades y la descripción del programa:

Rutina PLOT

Condiciones de entrada:	posición x en el registro C posición y en el registro B
Condiciones de salida:	BC igual que a la entrada DE igual que a la entrada HL dirección del byte en la memoria de pantalla A un bit puesto a «1» corresponde al bit en el byte direccionado por HL que se refiere al «pixel» definido por BC.

Notas:

1 El bit buscado en la memoria de pantalla está solamente indicado.

2 No hay diagrama de flujo debido a que el programa presenta una estructura muy directa (excepto para el desplazamiento del registro A).

Esto es un ejemplo de la documentación que había mencionado anteriormente (en el Capítulo 2). Vamos ahora con la descripción del programa.

SECCIÓN DESCRIPCIÓN

a Guarda los registros en la pila.

b Enmascara los bits correspondientes al número de bit, añade una unidad y guarda el resultado en el registro E (ver la sección (h) más abajo para la razón de esta suma).

c Desplaza el contenido del registro C tres bits a la derecha (esto forma el índice para indicar la posición dentro del bloque de 32 bytes).

d 1.ª parte de la inversión octal (56 decimal = 70 octal); coloca el contenido de B en A, lo enmascara con 56 decimal, lo mueve dos lugares a la izquierda y coloca estos tres bits en los tres bits más significativos del registro C (junto con los cinco bits que indican el byte dentro del bloque).

e 2.ª parte de la inversión octal; extracción de los tres bits menos significativos del registro B y almacenamiento de los mismos en el registro D. 192 en decimal es 128 + 64, que son los valores de los dos bits más significativos de un byte. Se extraen estos bits del registro B (indican qué sección se necesita), se mueven tres lugares hacia la derecha y luego se suman a los tres bits del registro D.

f La memoria de pantalla empieza en la dirección 16384, que representa el bit 6 (64 en decimal) en el byte más significativo de una dirección de dos bytes. Se añade 64 al total del registro A y se guarda el resultado en B.

> Nota: BC está ahora preparado con la dirección requerida (en el supuesto de que BC esté señalando un «pixel» válido para empezar). Queda todavía pendiente el problema de preparar el registro A.

g BC se transfiere a HL.

h B se carga con el contenido que E posee desde el paso (b). Hay una unidad más que en el cómputo de los tres bits menos significativos, ya que B se decrementa con la operación DJNZ antes del desplazamiento a la derecha.
El bit 7 es puesto a 1 en A, y el par de instrucciones PLA/PLB desplazan A hacia la derecha hasta que B alcanza el valor cero. La salida se produce con A conteniendo un bit a «1» en el lugar correcto.

j Recuperación de BC y DE; A y HL son preparados de la forma requerida.

LA SALIDA

Esta es, probablemente, la rutina más complicada de todo el libro. Se usa siempre que se deba presentar algo en pantalla y, a menos que usted entienda exactamente la forma en que trabaja, se encontrará con algunas dificultades más adelante.

El sistema del Spectrum permite al usuario de BASIC posicionar

el inicio de un texto usando AT, y saltar una línea cada vez que se ejecuta una nueva instrucción PRINT. En la próxima parte del programa, donde vamos a imprimir caracteres de varias formas en la pantalla, el vértice superior izquierdo de cada carácter de 8 × 8 «pixels» se localiza en la pantalla con dos variables de 1 byte: LINE (línea) y COLM (columna). Sus posiciones relativas no deben ser alteradas ya que se utilizan de forma conjunta para preparar el registro BC en el momento de llamar a PLOT para determinar qué bytes deben cargarse en la memoria de pantalla.

Para simplificar, COLM se incrementa en ocho unidades y cuando se desborda y se convierte en 0, se incrementa LINE en ocho. Cuando LINE señala fuera de la pantalla, se ajusta a 0 y la pantalla comienza de nuevo en el vértice superior izquierdo de la misma. La rutina NPAGE (nueva página) pone ambas variables a 0 y llama a la rutina de borrado de pantalla CLRD.

Listado 7.2(1)

```
0975 PRIN   PUSH AF
0980        PUSH BC
0985        PUSH DE
0990        PUSH HL
0995        SUB  32
1000        JP   M,PXL
1005        SUB  96
1010        JP   P,PXL
1015        ADD  96
1020        PUSH AF
1025        LD   BC,(COLM)
1030        CALL PLOT
1035        EX   DE,HL
1040        POP  HL
1045        LD   L,H
1050        LD   H,0
1055        ADD  HL,HL
1060        ADD  HL,HL
1065        ADD  HL,HL
1070        LD   BC,15616
1075        ADD  HL,BC
1080        LD   B,8
1085 RPRT   LD   A,(HL)
```

```
1090          INC  HL
1095          EX   DE,HL
1100          LD   (HL),A
1105          INC  H
1110          EX   DE,HL
1115          DJNZ RPRT
1120          LD   A,(COLM)
1125          ADD  8
1130          LD   (COLM),A
1135          JR   NZ,PXL
1140          LD   A,(LINE)
1145          ADD  8
1150          LD   (LINE),A
1155          ADD  64
1160          JR   NZ,PXL
1165          LD   A,0
1170          LD   (COLM),A
1175          LD   (LINE),A
1180 PXL      POP  HL
1185          POP  DE
1190          POP  BC
1195          POP  AF
1200          RET
1205 COLM     NOP
1210 LINE     NOP
```

Listado 7.2(2)

```
1395 NPAGE    CALL CLRD
1400          PUSH AF
1405          LD   A,0
1410          LD   (LINE),A
1415          LD   (COLM),A
1420          POP  AF
1425          RET
```

PRIN

Esta rutina hace aparecer en pantalla un solo carácter en la localización definida por LINE y COLM; también ajusta los valores de LINE y COLM para que señalen a la posición del próximo carácter.

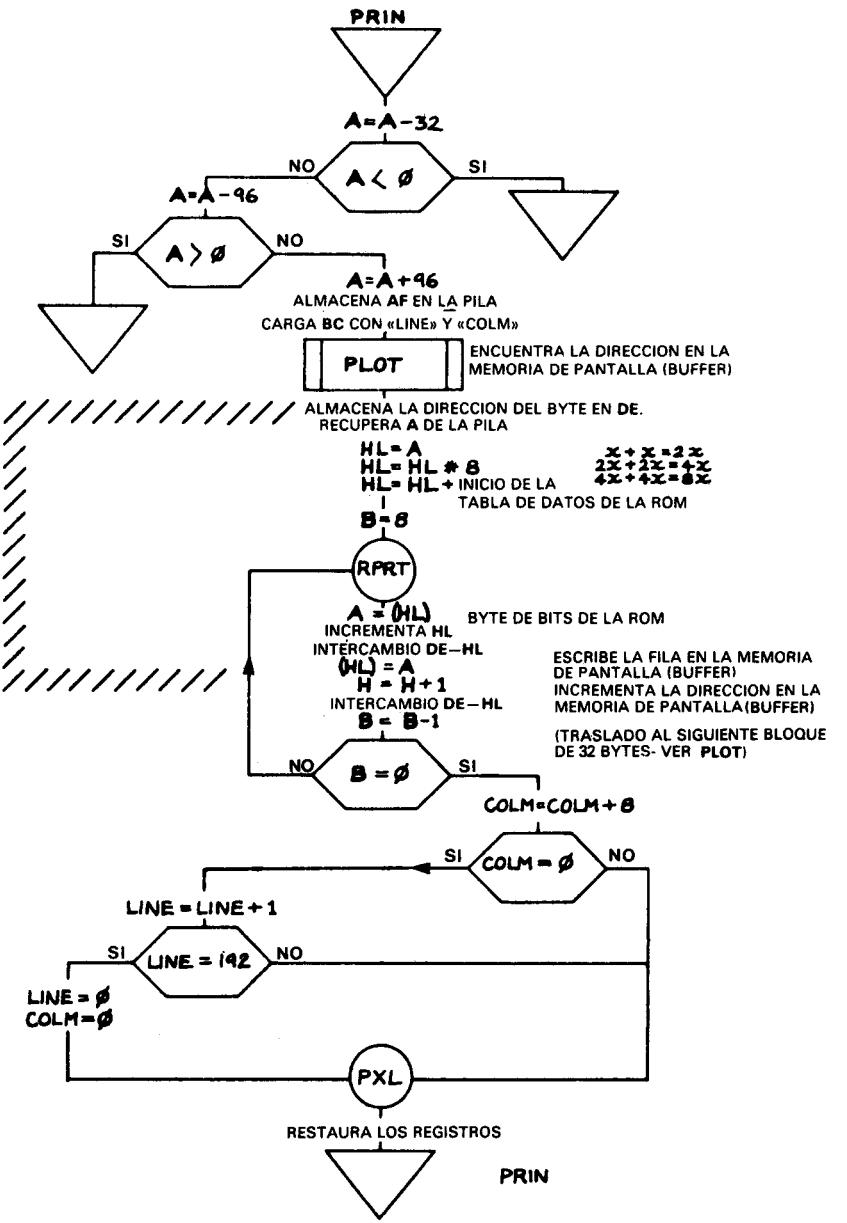


Diagrama de flujo 7.1

Esta rutina utiliza la tabla de caracteres contenida en la ROM del Spectrum, formada por matrices de bits, con ocho bytes por carácter para todos los códigos ASCII desde el 32 hasta el 127 inclusivos. Empieza en la dirección 15616 de la ROM y cada bloque de ocho bytes está dispuesto de la forma indicada por el manual del Spectrum, Capítulo 14.

Para imprimir un carácter en la pantalla, es necesario cargar los ocho bytes apropiados en la memoria de pantalla y ajustar los punteros LINE/COLM de forma que queden preparados para la impresión del siguiente carácter.

COMENTARIO

Esto funciona siempre que los punteros LINE/COLM no indiquen posiciones intermedias entre dos bytes o presenten segmentos de los límites de la pantalla. No veo ninguna razón para complicar el problema, pero de todas formas véase el Capítulo 8 para la forma de tratar el problema general.

La rutina PRIN se inicializa con el código ASCII del carácter en el registro A y se comprueba primeramente si es un carácter «PRINTable» o no lo es. Si no lo es, se omite y no es substituido por espacios. Se resta 32 del código ASCII para posicionar el puntero de los bytes de la ROM y se guarda A en la pila. Se utiliza luego PLOT para determinar la dirección del byte de la memoria de pantalla que ha de utilizarse para la primera fila de «pixels». LINE y COLM, guardados como bytes adyacentes, son recuperados conjuntamente con la instrucción LD BC,...

La dirección del byte que PLOT haya dado como resultado se almacena en DE y el código de carácter recuperado, multiplicado por 8 (8 bytes por carácter), y sumado a la dirección de inicio de la tabla de la ROM para indicar los bytes apropiados. Esta es la dirección que debe modificarse cuando usted desee utilizar su propia tabla de bytes de definición de caracteres.

Al registro B se le da el valor 8 para contar los 8 bytes que deben ser transferidos desde la ROM. Cada byte que se traslada a la memoria de pantalla produce además un incremento de 256 en el puntero para que éste señale al próximo bloque de 32 bytes de la pantalla donde debe colocarse el nuevo byte procedente de la ROM. Esto se lleva a cabo incrementando el registro H del registro doble HL en una unidad cuando contiene el dato apropiado. El bucle de transferencia en RPTR mantiene los punteros en HL y DE, intercambián-

dolos cuando es necesario. Comienza con HL señalando a la ROM y DE a la memoria de pantalla.

Una vez que el carácter ya ha sido escrito en la memoria de pantalla, COLM se incrementa en 8 (8 «pixels» forman una fila del carácter) para señalar al próximo carácter en la línea. Si la cuenta supera el máximo y se convierte en 0, se incrementa LINE en 8 (8 filas de «pixels» forman un carácter) y el resultado se compara con 192 para detectar si se ha llegado ya al final de la pantalla. Si se ha llegado a él, LINE y COLM son puestos ambos a cero. La rutina efectúa su salida después de recuperar los registros (excepto A) en PXL.

Esta rutina no trabajará correctamente si en algún momento LINE o COLM adoptan un valor que no sea múltiplo de 8. Un primer ejercicio para usted podría ser modificarla para asegurar que siempre sus contenidos sean múltiplos de 8.

PTEX

Imprimir textos («Print Text») es sólo una cuestión de alimentar PRIN con una secuencia de caracteres. Se consigue colocando el texto que debe ser impreso en los bytes inmediatamente siguientes a la llamada de la rutina y terminando la secuencia con un byte que contenga el valor cero. Esto funciona perfectamente bien con textos de una longitud fija, compuestos o asignados durante el proceso de ensamblaje pero será necesaria una versión modificada para trabajar con textos contenidos en algún otro lugar de dirección conocida. Le recomiendo encarecidamente, sin embargo, que utilice un byte con código cero para marcar el final de aquel texto ya que es un carácter que no puede ser impreso y es muy fácil su comprobación.

Listado 7.3(1)

```
1280 PTEX    POP  HL
1285 PXB     LD   A,(HL)
1290         CP   0
1295         JR   NZ,PXA
1300         JP   (HL)
1305 PXA     PUSH HL
1310         LD   A,(HL)
1315         CALL PRIN
1320         POP  HL
```

```
1325          INC   HL
1330          JR    PXB
```

Listado 7.3(2)

```
0700 SRHL$    SRL   L
0705          SRL   H
0710          RET   NC
0715          SET   7,L
0720          RET
0725 RHL3$    CALL  SRHL$
0730          CALL  SRHL$
0735          CALL  SRHL$
0740          RET
```

Vimos en IFKEY cómo se puede utilizar la dirección de retorno de la subrutina contenida en lo alto de la pila para acceder a los datos inmediatamente posteriores a la llamada a la subrutina. Utilizamos aquí el mismo sistema para acceder al primer carácter y a los siguientes de la cadena de texto que debe ser escrita. En PXB, con HL señalando un byte, es cargado en el registro A y comparado con cero. Si es el marcador de fin de texto, entonces HL señalará una instrucción NOP ya que la instrucción JP(HL) devuelve el control al programa principal. Si no es así, en PXA, A contendrá un carácter ASCII que ha de ser presentado por PRIN. Mientras PRIN está trabajando, el puntero de texto está guardado en la pila para que pueda recuperarse e incrementarse. Se efectúa luego un retorno a PXB para tomar el próximo carácter o bien el marcador de fin de texto.

Ahora vienen dos rutinas primitivas para efectuar el desplazamiento a la derecha de dos bytes (16 bits). Hay un método mejor, más elegante y más rápido para desplazar a la derecha.

SRHL

Las dos operaciones SRL desplazan cada registro un bit a la derecha. La segunda, en el byte más significativo, pondrá a «1» el señalizador de acarreo si se «pierde» algún bit del final o bien a «0» si no se pierde ninguno. La instrucción RET NC produce el retorno de la rutina cuando no debe hacerse ninguna corrección en el registro L; en otro caso, el bit perdido se substituye por el bit más significativo del registro L con la instrucción SET 7,L.

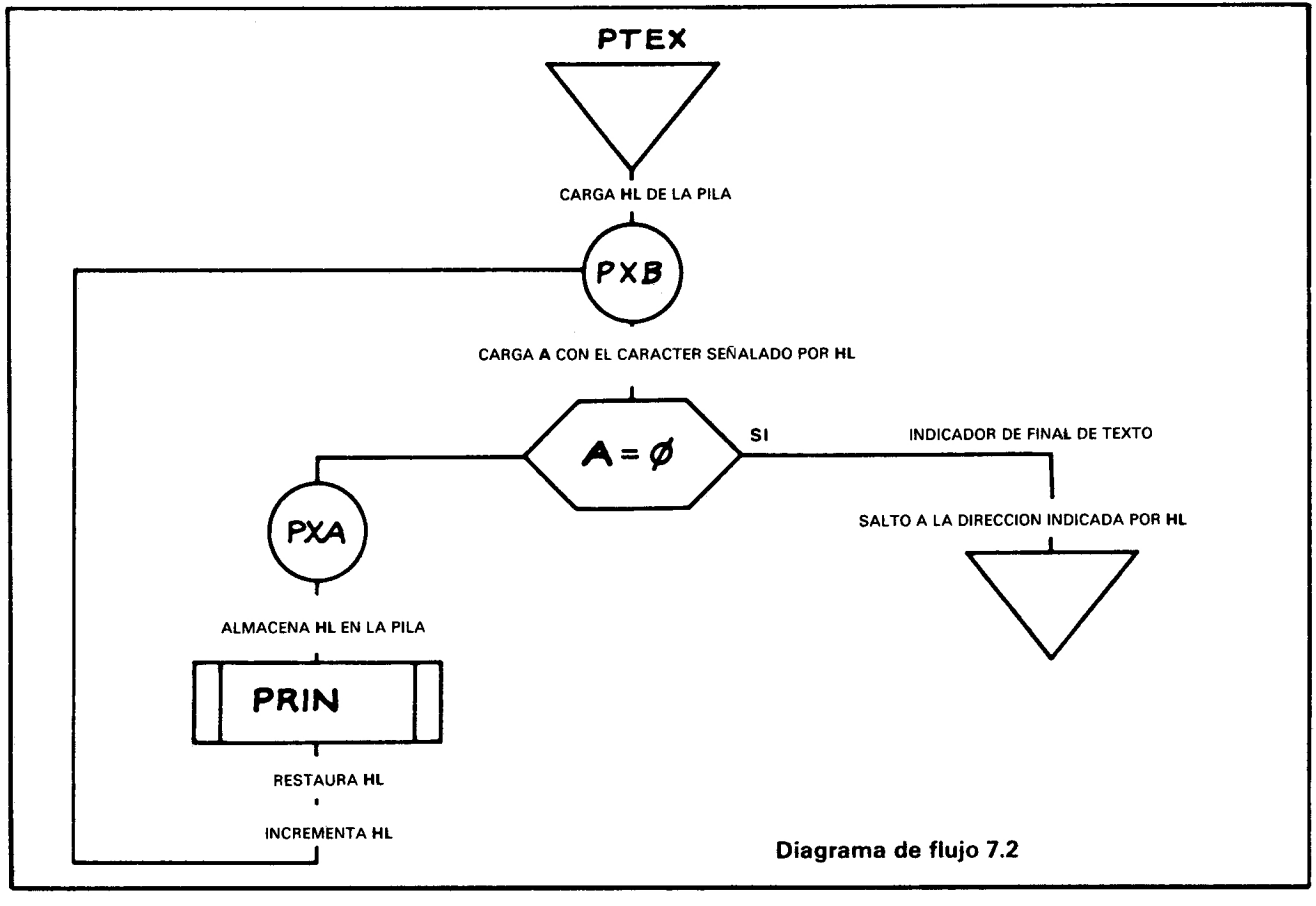


Diagrama de flujo 7.2

RHL3

Esta efectúa tres desplazamientos a la derecha juntos dividiendo, por lo tanto, el contenido del registro doble HL por 8, que es lo que se precisa cuando se imprimen números octales de la forma descrita en PRT8.

PRT8

Ahora ya podemos escribir textos pero, ¿qué hay de los números? Bien, existen una gran cantidad de rutinas complicadas para este fin en muchos otros sitios. Esta solamente va a escribir un número binario de 16 bits contenido en HL como un número octal de 6 dígitos. Esto se hace, en este caso, sin complicaciones ni signos. Es algo tan sencillo que podemos utilizarlo después como un método de eliminación de errores en los programas.

Hay dos trucos en ella:

1) Los caracteres ASCII de los números están dispuestos en forma secuencial a partir del código 48 (decimal) en adelante. Por tanto, el carácter octal requerido se obtiene sumando 48 a los tres bits binarios del valor en cuestión.

2) Utilizamos la rutina PTEX descrita anteriormente para presentar los datos y sobreescribir lo que se haya presentado anteriormente.

Al principio, se guardan todos los registros en la pila, con DE señalando al byte en el que el dígito menos significativo debe cargarse para ser impreso por PTEX. B toma el valor de 6 ya que sólo deben producirse 6 bytes. En PRU3, los tres bits menos significativos de HL se obtienen mediante el enmascarado y se calcula el código de carácter con la adición de valor 48. Esto se guarda en la posición indicada por DE, DE se decrementa y HL se desplaza tres bits a la derecha para dar paso al siguiente grupo octal si es que B no llega a cero. Si B llega a 0, significa entonces que los seis bytes ya han sido cargados en lo alto del espacio reservado «hgfedc» del listado. P8Z1 forma un par de espacios para completar la salida de los seis caracteres presentados por la llamada a PTEX, después de la cual todos los registros son restaurados a sus valores de entrada y la rutina efectúa su salida.

PRT8 puede ser, por tanto, insertado en cualquier lugar de un programa donde se necesite comprobar el contenido de HL.

Listado 7.4(1)

```
1430 PRT8    PUSH AF
1435         PUSH BC
1440         PUSH DE
1445         PUSH HL
1450         LD   DE,P8Z1-1
1455         LD   B,6
1460 PRU3    LD   A,L
1465         AND  7
1470         ADD  48
1475         LD   (DE),A
1480         DEC  DE
1485         CALL RHL3$
1490         DJNZ PRU3
1495         CALL PTEX
1500         DEFM "cdefgh"
1505 P8Z1    DEFM "  "
1510         NOP
1515         POP  HL
1520         POP  DE
1525         POP  BC
1530         POP  AF
1535         RET
```

Listado 7.4(2)

```
5440 PRT8W   PUSH HL
5445         PUSH AF
5450         PUSH DE
5455         PUSH BC
5460         CALL PRT8
5465         CALL IFKEY
5470         DEFB "m"
5475         JP   PR8WX
5480         NOP
5485 PR8WX   POP  BC
5490         POP  DE
5495         POP  AF
5500         POP  HL
5505         RET
```

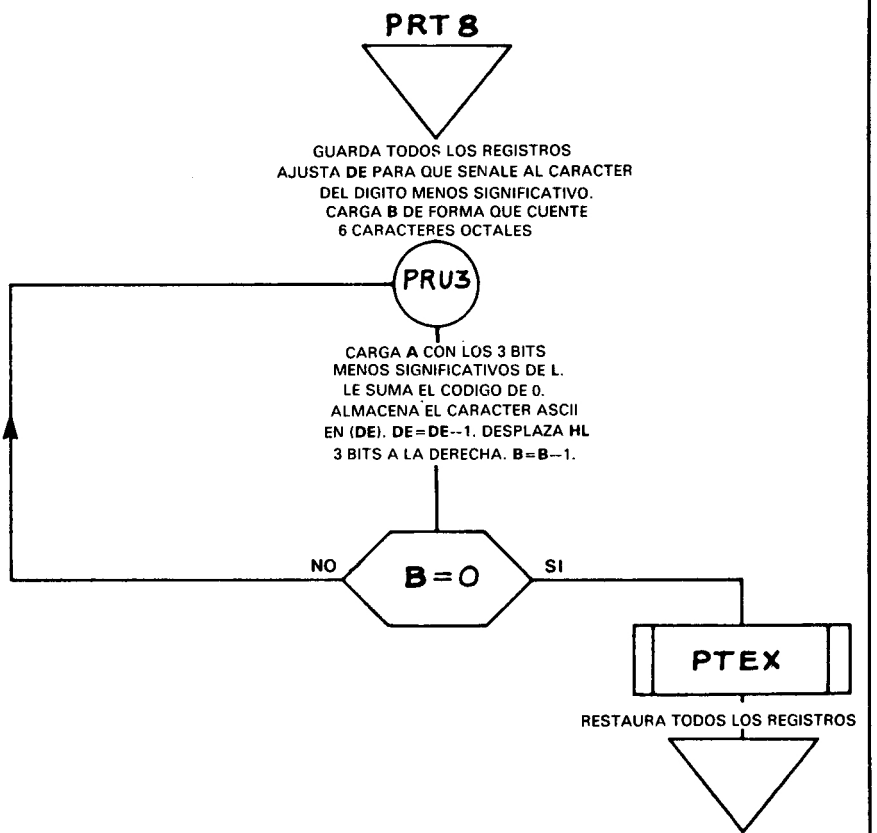


Diagrama de flujo 7.3

RPORT

En el proceso de eliminación de errores en los programas, aparece frecuentemente la necesidad de ver en la pantalla los contenidos de todos los registros. Esto es exactamente lo que hace la próxima rutina, mostrando además la dirección de retorno mediante PRT8. No hay diagrama de flujo por tener el programa una estructura muy directa.

Hay tres puntos a tener en cuenta:

1) El valor del puntero de pila, indicado por «$ = » puede indicar si el programa se está desequilibrando debido a que los POPs y PUSHs no están reunidos.

2) La dirección de retorno de la llamada CALL RPORT, indicada por «£», permite distinguir entre varias salidas debidas a distintos puntos de llamada.

3) Los datos se cargan en HL para imprimir en pantalla la dirección de retorno. Se podría hacer de un modo mejor y más elegante computando la instrucción, como se demostrará más adelante en MOVER y VAR$1, por ejemplo.

Listado 7.5

```
1540 RPORT   LD    (SP$),SP
1545         PUSH  AF
1550         PUSH  BC
1555         PUSH  DE
1560         PUSH  HL
1565         LD    (HL$),HL
1570         LD    (DE$),DE
1575         LD    (BC$),BC
1580         PUSH  AF
1585         POP   HL
1590         LD    (AF$),HL
1595         CALL  PTEX
1600         DEFM  "AF="
1605         NOP
1610         LD    HL,(AF$)
1615         CALL  PRT8
1620         CALL  PTEX
```

```
1625          DEFM "BC="
1630          NOP
1635          LD   HL,(BC$)
1640          CALL PRT8
1645          CALL PTEX
1650          DEFM "HL="
1655          NOP
1660          LD   HL,(HL$)
1665          CALL PRT8
1670          CALL PTEX
1675          DEFM "DE="
1680          NOP
1685          LD   HL,(DE$)
1690          CALL PRT8
1695          CALL PTEX
1700          DEFM "$="
1705          NOP
1710          LD   HL,(SP$)
1715          CALL PRT8
1720          CALL PTEX
1725          DEFM "£="
1730          NOP
1735          LD   HL,(SP$)
1740          LD   E,(HL)
1745          INC  HL
1750          LD   D,(HL)
1755          EX   DE,HL
1760          CALL PRT8
1765          CALL PAUSE
1770          POP  HL
1775          POP  DE
1780          POP  BC
1785          POP  AF
1790          RET
1795 AF$      DEFW 0
1800 HL$      DEFW 0
1805 DE$      DEFW 0
1810 BC$      DEFW 0
1815 SP$      DEFW 0
```

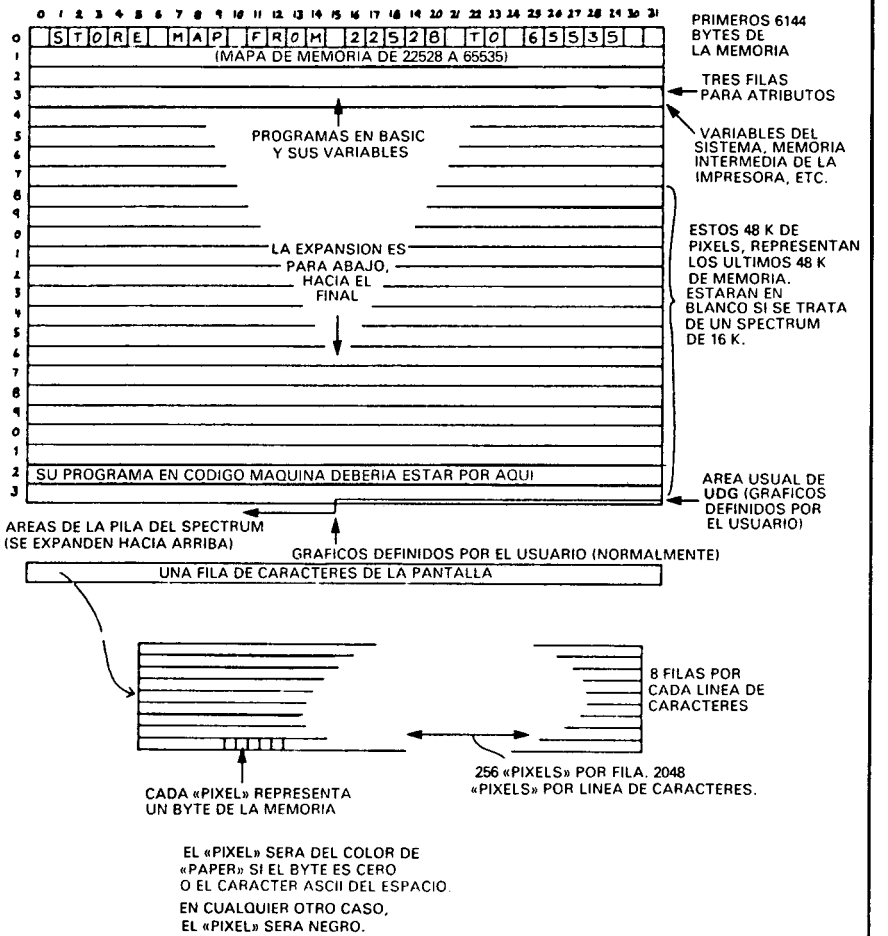

STORE MAP FROM 22528 TO 65535
(MAPA DE MEMORIA DE 22528 A 65535)
PRIMEROS 6144 BYTES DE LA MEMORIA
TRES FILAS PARA ATRIBUTOS
PROGRAMAS EN BASIC Y SUS VARIABLES
VARIABLES DEL SISTEMA, MEMORIA INTERMEDIA DE LA IMPRESORA, ETC.
ESTOS 48 K DE PIXELS, REPRESENTAN LOS ULTIMOS 48 K DE MEMORIA. ESTARAN EN BLANCO SI SE TRATA DE UN SPECTRUM DE 16 K.
LA EXPANSION ES PARA ABAJO, HACIA EL FINAL
SU PROGRAMA EN CODIGO MAQUINA DEBERIA ESTAR POR AQUI
AREA USUAL DE UDG (GRAFICOS DEFINIDOS POR EL USUARIO)
AREAS DE LA PILA DEL SPECTRUM (SE EXPANDEN HACIA ARRIBA)
GRAFICOS DEFINIDOS POR EL USUARIO (NORMALMENTE)
UNA FILA DE CARACTERES DE LA PANTALLA
8 FILAS POR CADA LINEA DE CARACTERES
256 «PIXELS» POR FILA. 2048 «PIXELS» POR LINEA DE CARACTERES.
CADA «PIXEL» REPRESENTA UN BYTE DE LA MEMORIA
EL «PIXEL» SERA DEL COLOR DE «PAPER» SI EL BYTE ES CERO O EL CARACTER ASCII DEL ESPACIO.
EN CUALQUIER OTRO CASO, EL «PIXEL» SERA NEGRO.

Figura 7.2

MAP$

Vamos a colocar ahora todos los ladrillos juntos para construir algo útil: una rutina para mostrar el espacio libre de la memoria.

Tenemos disponibles 6144 bytes de la memoria de pantalla (buffer) que contienen 48 K de «pixels». Por tanto, podemos asignar cada byte de la RAM a un «pixel» (ignorando la ROM), colocando un «pixel» negro donde el byte no sea nulo ni corresponda a un carácter de espacio ASCII, o bien dejándolo del color del fondo («paper») en los casos restantes.

COMENTARIO

Las llamadas a NPAGE y a PTEX borran la pantalla y preparan la salida de la descripción a las dos líneas superiores de la pantalla. Las tres líneas de texto superiores o 24 filas de «pixels» se refieren a la memoria de pantalla (buffer) y, como ya conocemos lo que hay allí, su contenido no será mostrado por el programa.

Desde la etiqueta NXF1 a la NXF3, la rutina prepara el área de atributos para que cada fila de ocho líneas de «pixels» sea de un color distinto al de las filas inmediatas. Recuerde que cada fila representa a 8 * 256 = 2048 bytes de la RAM y, si todo fuera del mismo color, sería muy difícil la localización de una zona determinada de la memoria.

En NXF3 se carga HL con la dirección de inicio de la RAM y BC se inicializa para que señale a la primera dirección después de la memoria de pantalla (buffer). La suma de HL y BC es la dirección del byte que se está examinando y cuando sobrepasa los 16 bits y vuelve a cero, el señalizador de acarreo se levantará provocando la salida por la instrucción RET C pues toda la RAM habrá sido ya examinada. El byte direccionado por la suma, en HL, se carga en el registro A para comprobar si se trata de un código 0 o bien 32. En estos dos casos, se salta la rutina PLOT y el «pixel» se deja del mismo color que el fondo («paper»).

Ya que el recuento de bytes se efectúa desde el principio de la RAM, el byte «más bajo» de BC puede especificar la coordenada X del «pixel» y el byte «más alto», la fila del «pixel». Casualmente, este es el modo en que han de especificarse los datos para introducirlos en la rutina PLOT.

El «pixel» de tinta («ink») se prepara aplicando la función OR en el bit del registro A, después de la llamada a PLOT, con la dirección especificada en HL. El programa retorna luego a NXF con un incremento de BC para examinar el siguiente byte.

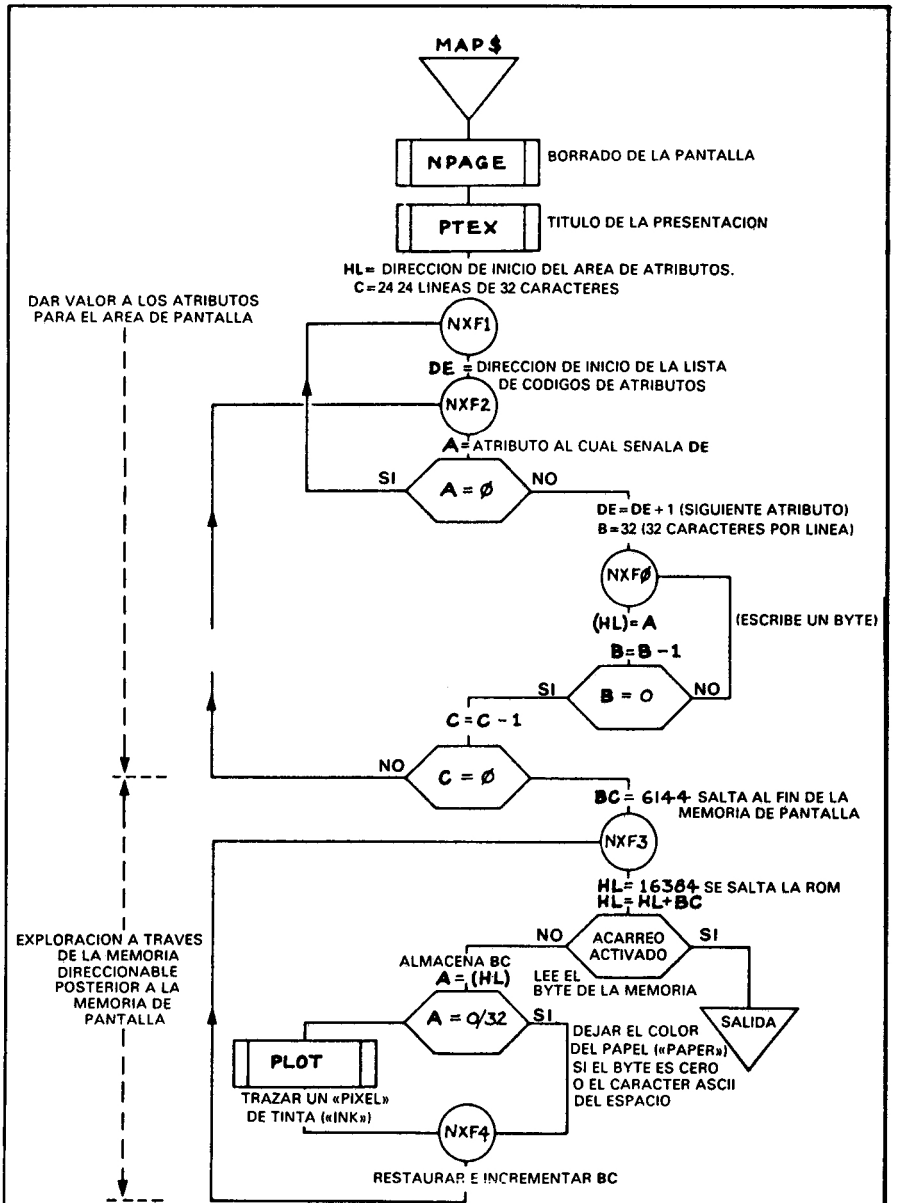


Diagrama de flujo 7.4

SINOPSIS

PLOT realiza la misma función que la instrucción PLOT del Spectrum. Es la base de toda presentación en pantalla. Forma también la parte básica de la rutina de animación del Capítulo 8 y el programa de dibujo del Capítulo 13.

PRIN imprime un carácter con un código ASCII en el registro A, en la siguiente posición disponible.

NPAGE borra la pantalla y prepara PRIN para que empiece en el principio de la primera línea.

PTEX utiliza PRIN para imprimir el texto que sigue a su llamada. (El texto debe terminar con un byte de valor cero.)

PRT8 utiliza PRIN para mostrar el contenido de HL como un número octal.

PRT8W utiliza PRT8 con una pausa de espera hasta que la tecla «m» sea pulsada.

RPORT muestra los contenidos de los registros (excepto IX e IY).

MAP$ muestra la ocupación de memoria.

Listado 7.6

```
1820 MAP$    CALL NPAGE
1825         CALL PTEX
1830         DEFM " ALMACENA MAPA DE MEMORIA
             DE 22528 A 65535 "
1835         NOP
1840         LD   HL,22528
1845         LD   C,24
1850 NXF1    LD   DE,LIST
1855 NXF2    LD   A,(DE)
1860         CP   0
1865         JR   Z,NXF1
1870         INC  DE
1875         LD   B,32
1880 NXFO    LD   (HL),A
1885         INC  HL
1890         DJNZ NXFO
1895         DEC  C
1900         JR   NZ,NXF2
1905         LD   BC,6144
1910 NXF3    LD   HL,16384
```

```
1915          ADD  HL,BC
1920          RET  C
1925          PUSH BC
1930          LD   A,(HL)
1935          CP   0
1940          JR   Z,NXF4
1945          CP   32
1950          JR   Z,NXF4
1955          CALL PLOT
1960          LD   B,(HL)
1965          OR   B
1970          LD   (HL),A
1975 NXF4     POP  BC
1980          INC  BC
1985          JR   NXF3
1990 LIST     DEFB 96
1995          DEFB 104
2000          DEFB 112
2005          DEFB 120
2010          NOP
```

Capítulo 8

LA ANIMACION

GCELL

El objeto de esta rutina es el de presentar una secuencia rápida de imágenes en un punto móvil de la pantalla. Estas imágenes están dibujadas en una caja o celda. Cuanto mayor sea la celda (hasta 2040 «pixels») más tardará la rutina. La comunicación de la rutina con el programa BASIC es compleja pero puede ser gestionada sin utilizar una técnica fundamentalmente nueva y más general (ver Capítulo 9).

LA COMUNICACION CON EL BASIC

El usuario debe cargar en los bytes 23675/6 (UDG = Gráfico Definido por el Usuario) la dirección del primer byte del bloque de datos definido más abajo que va a ser utilizado por la rutina. Puede haber varios bloques como éste y pueden conectarse entre sí alterando el valor de la variable UDG.

BYTE	DESCRIPCION
0	posición horizontal de la celda X
1	posición vertical de la celda Y
2	señalizadores de control y número del cuadro siguiente
3	BCR : número de bits por fila de la celda (1 a 255)
4	BCC : número de bits por columna de la celda (1 a 255)
5	WPC : número de palabras por celda (1 a 255)
6	bytes de control de la secuencia de cuadros. Los cuatro bits menos significativos del byte n.° 2 señalan a uno de estos 15 bytes. Los cuatro bits me-

	nos significativos de este byte definen qué celda debe dibujarse
20	byte para ser presentado
21	byte con valor cero
22	primer byte de datos de la celda 1. Hay WPC bytes en esta y en las otras celdas
22 + WPC	primer byte de datos de la celda 2
22 + 2 × WPC	primer byte de datos de la celda 3

y así sucesivamente para las demás celdas —hasta 15— que se precisen.

Descripción de los señalizadores de control y del número del siguiente cuadro —byte número 2:

N.° DE BIT	DESCRIPCION
7	Bit más significativo. Si está a «1», la rutina sale sin hacer nada.
6	Puesto a «1» por la misma rutina si alguna parte de la celda que se está dibujando sale fuera de la zona de pantalla permitida. Este bit debería ser monitorizado por el programa del usuario.
5 y 4	No utilizados.
3 a 0	Si son cero, la rutina retorna. Si no son cero, su contenido señala a un byte de control de la secuencia de cuadros que identifica la próxima celda que debe ser trazada. (Si se suma 5 al valor, el resultado dará de 6 a 20, que es el número de byte relativo al inicio del bloque, que contiene el identificador de la celda.) La rutina incrementa este puntero o lo restaura al valor 1 cuando se encuentra el final de la secuencia y reconoce al byte con valor cero que lo indica. Esto puede ser siempre sobreescrito utilizando el byte (UDG) + 2.

DATOS DE LA CELDA

Cada fila de «pixels», dentro de una celda de gráficos, empieza en el bit más significativo en una secuencia de bytes. Hay BCR/8 bytes en esta secuencia, y se ignoran los bits sobrantes. Hay BCC secuencias, una para cada fila de «pixels» de la celda. Cada bit puesto a «1» genera un «pixel» de tinta («ink») pero recuerde que el área de atributos debe ser puesta en orden en un ejercicio separado.

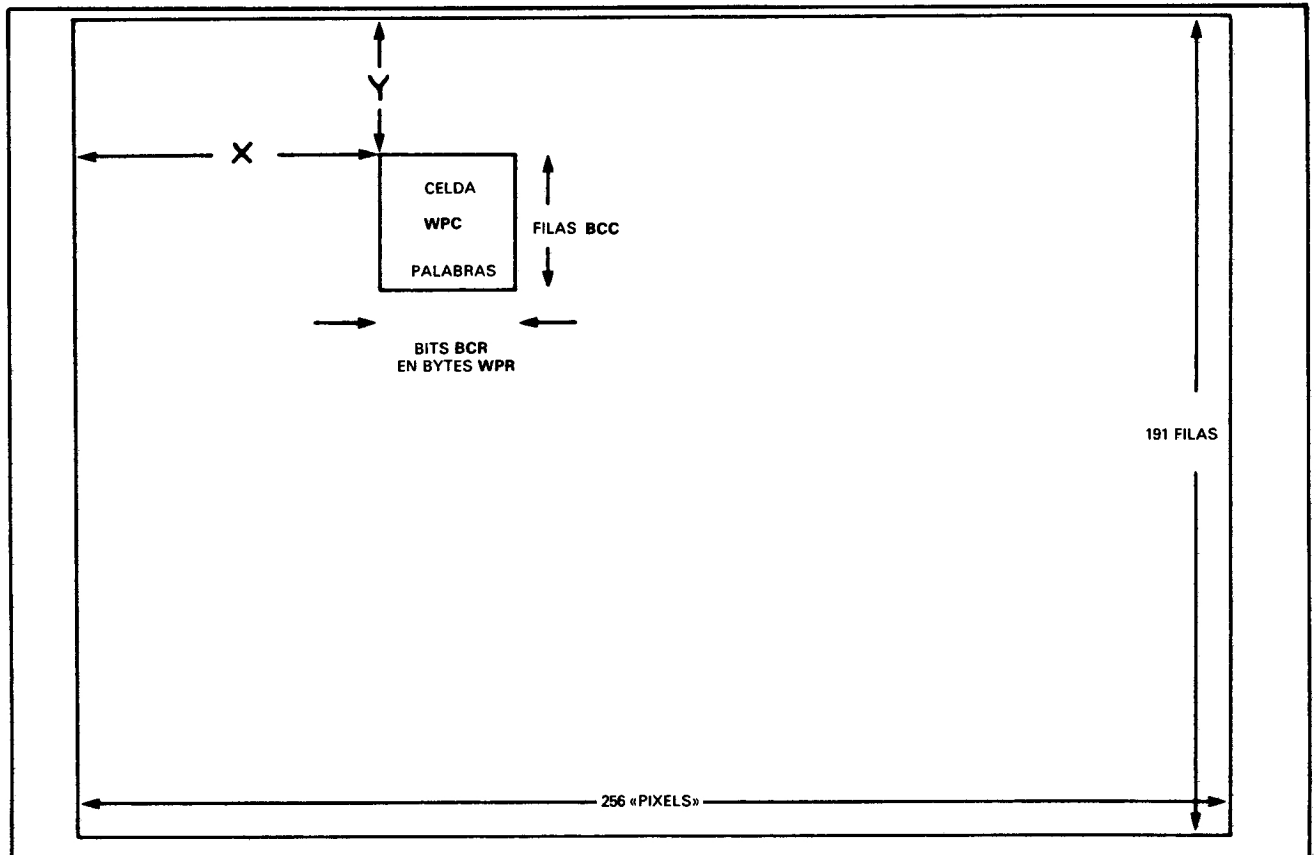

Y
X
CELDA
WPC
PALABRAS
FILAS BCC
BITS BCR
EN BYTES WPR
191 FILAS
256 «PIXELS»

Figura 8.1

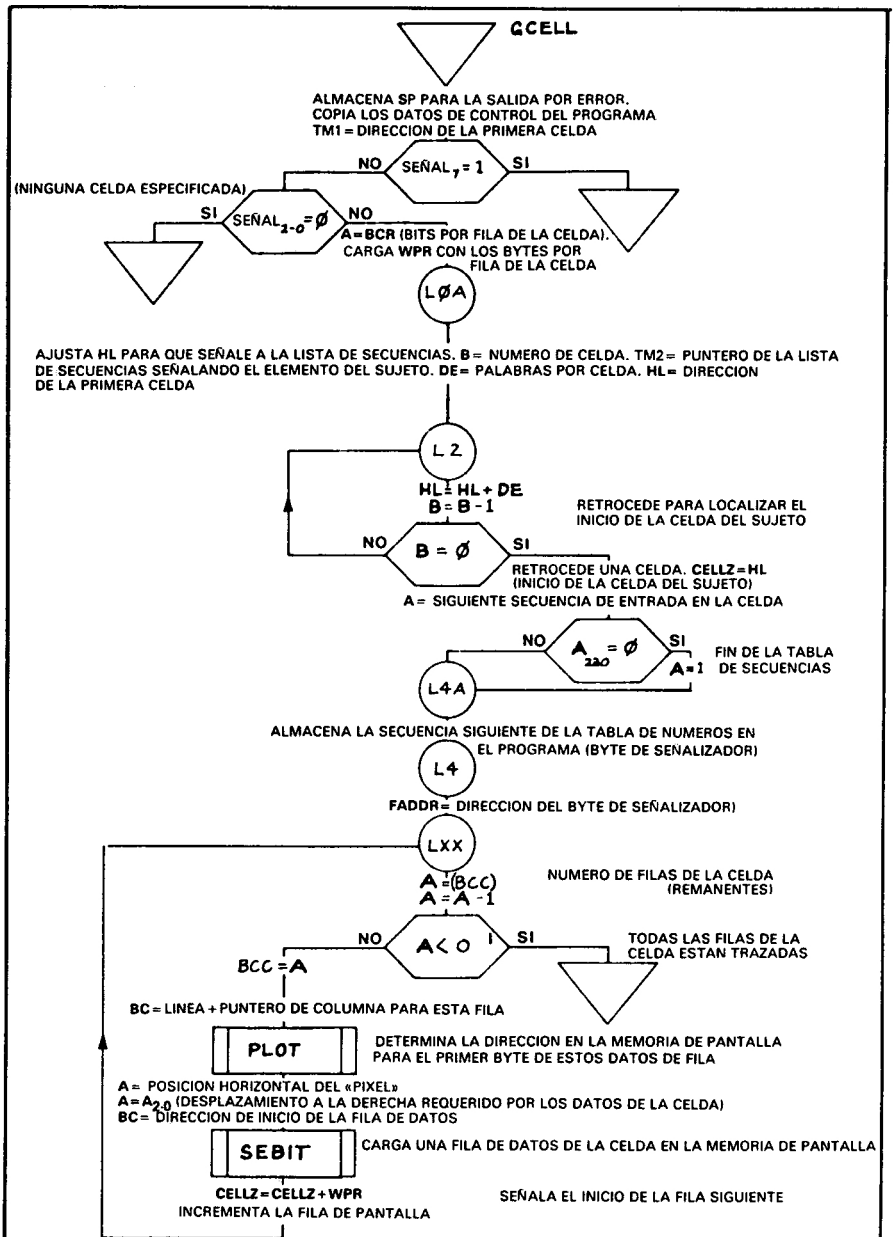


Diagrama de flujo 8.1

DESCRIPCION DE GCELL

El puntero de pila SP se guarda en PANIC. Por tanto, puede recuperarse en cualquier momento, permitiendo una salida digna a la rutina cuando, por ejemplo, ésta intente escribir más allá del área de memoria de pantalla permitida. Los primeros 21 bytes de los datos de control son copiados en la rutina y TM1 se iguala a la dirección de la primera celda gráfica. El byte 2, que se utiliza como byte señalizador, se comprueba y la rutina termina si el bit 7 está a «1» o bien si los bits 3 a 0 indican que ninguna celda está especificada. En otro caso, los últimos cuatro bits indican cuál de los bytes, en la tabla de secuencias, contiene el número de celda requerido. L0A a L2 y la operación DJNZ recogen este número de celda y colocan en CELLZ la dirección inicial de los datos de la celda.

En L4A — L4 se calcula el puntero de la próxima tabla de secuencias y se guarda en el byte n.° 2 de la tabla de comunicación con BASIC, donde queda preparado para ser utilizado en la próxima llamada a la rutina. En FADDR se coloca la dirección de este byte para que pueda utilizarla SEBIT si es necesario.

Listado 8.1

```
2015 GCELL   LD    (PANIC),SP
2020 UDG     EQU   23675
2025         LD    HL,(UDG)
2030         LD    DE,XY
2035         LD    BC,CELLZ-XY-1
2040         LDIR
2045         LD    (TM1),HL
2050         LD    A,(FLAG)
2055         BIT   7,A
2060         RET   NZ
2065         AND   15
2070         LD    (FLAG),A
2075         SUB   1
2080         RET   M
2085         LD    A,(BCR)
2090         SRL   A
2095         SRL   A
2100         SRL   A
2105         LD    (WPR),A
2110         LD    A,(BCR)
2115         AND   7
```

```
2120          JR    Z,LOA
2125          LD    A,(WPR)
2130          ADD   1
2135          LD    (WPR),A
2140 LOA      LD    HL,FSEQ-1
2145          LD    A,(FLAG)
2150          LD    B,0
2155          LD    C,A
2160          ADD   HL,BC
2165          LD    B,(HL)
2170          LD    (TM2),HL
2175          LD    A,(WPC)
2180          LD    E,A
2185          LD    D,0
2190          LD    HL,(TM1)
2195 L2       ADD   HL,DE
2200          DJNZ  L2
2205          OR    A
2210          SBC   HL,DE
2215          LD    (CELLZ),HL
2220          LD    HL,(TM2)
2225          INC   HL
2230          LD    A,(HL)
2235          AND   15
2240          JR    NZ,L4A
2245          LD    A,1
2250 L4A      LD    HL,(UDG)
2255          INC   HL
2260          INC   HL
2265          LD    (HL),A
2270 L4       LD    (FADDR),HL
2275 LXX      LD    A,(BCC)
2280          SUB   1
2285          RET   M
2290          LD    (BCC),A
2295          LD    BC,(XY)
2300          CALL  PLOT
2305          LD    A,(XY)
2310          AND   7
2315          LD    BC,(CELLZ)
2320          CALL  SEBIT
```

```
2325          LD    HL,(CELLZ)
2330          LD    BC,(WPR)
2335          ADD   HL,BC
2340          LD    (CELLZ),HL
2345          LD    A,(XY+1)
2350          ADD   1
2355          LD    (XY+1),A
2360          JR    LXX
2365 PANIC    DEFW  0
2370 XY       DEFW  0
2375 FLAG     DEFB  0
2380 BCR      DEFB  0
2385 BCC      DEFB  0
2390 WPC      DEFB  0
2395 FSEQ     DEFM  "cD.N.Laine 1983"
2400          NOP
2405 CELLZ    DEFW  0
2410 WPR      DEFW  0
2415 TM1      DEFW  0
2420 TM2      DEFW  0
2425 FADDR    DEFW  0
```

TRAZADO DE LA CELDA (DE LXX EN ADELANTE)

A la entrada, XY contiene la posición de la esquina superior izquierda de la celda en el formato requerido por PLOT. Las otras filas se definen incrementando la parte Y de XY. BCC se utiliza como un contador del número de filas que deben trazarse y la rutina sale cuando BCC desciende por debajo de cero..

PLOT determina la dirección del byte a cargar en la memoria de pantalla (buffer) y el número de bit para el inicio de la fila de «pixels» hacia la cual señala CELLZ. SEBIT traza la fila de «pixels». CELLZ es luego incrementada para señalar a la cabecera de la fila siguiente de «pixels» y el bucle se repite nuevamente.

SEBIT

Esta rutina traza o borra el trazado de «pixels» en la memoria de pantalla (buffer) según que los bits correspondientes estén a «1» o a «0» en la fila de la celda. Se mantienen dos punteros separados para actuar en ambos conjuntos de bytes.

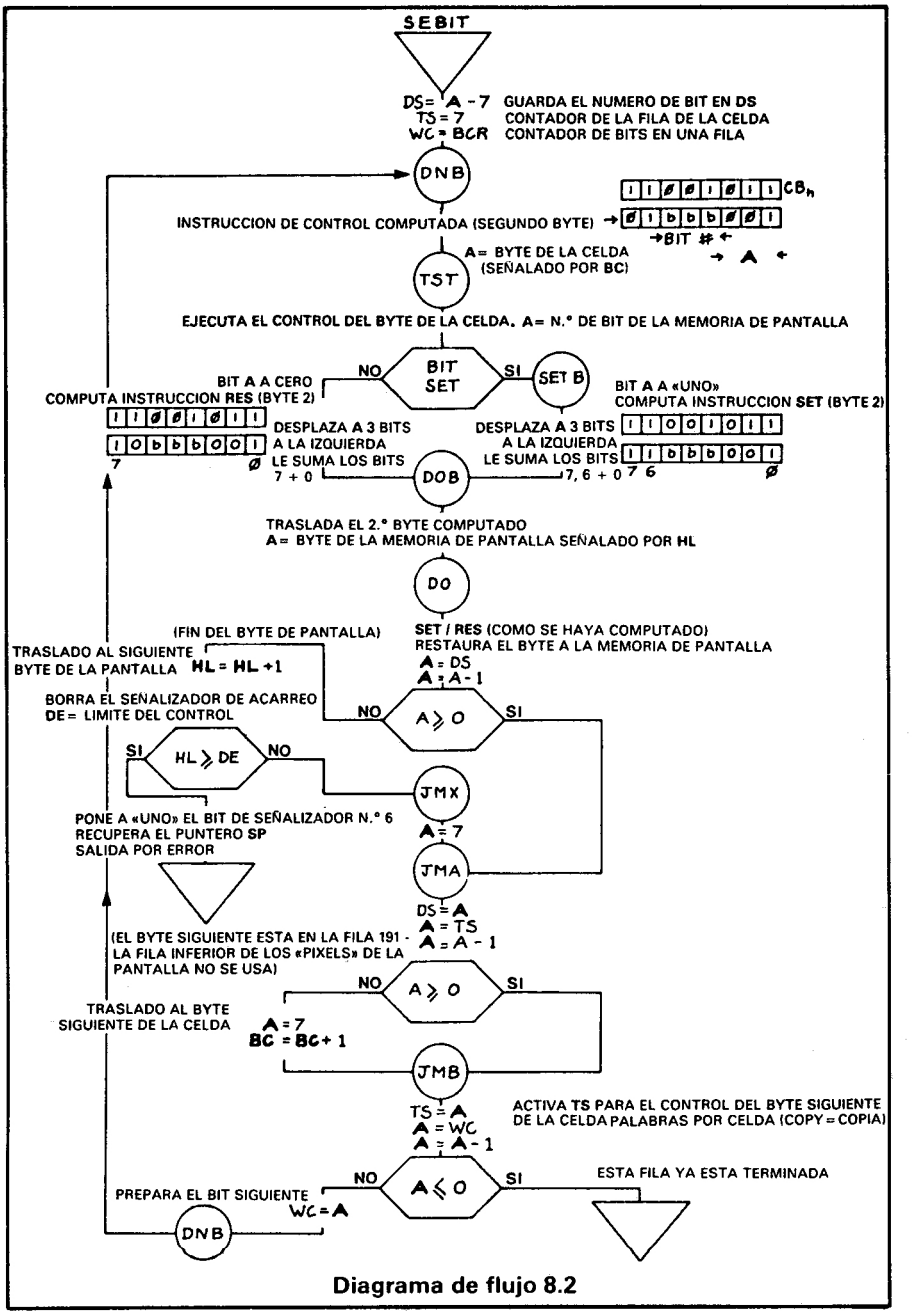


Diagrama de flujo 8.2

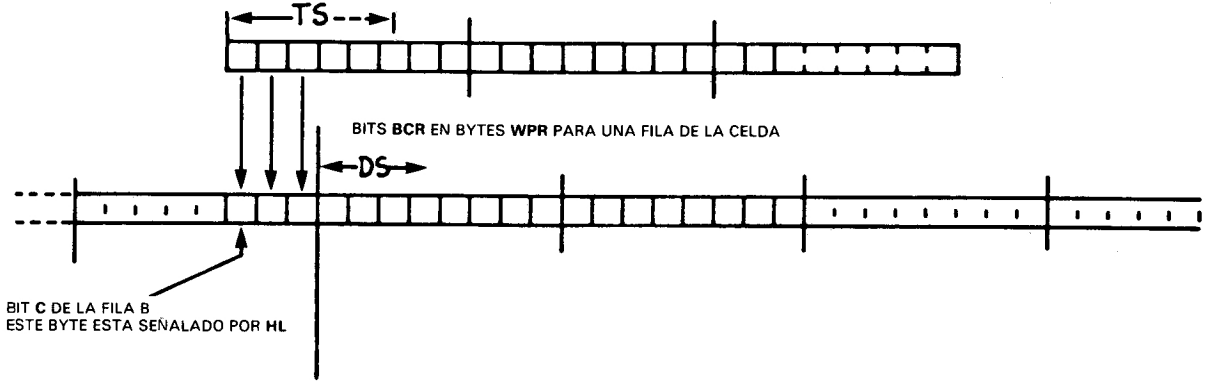

TS
BITS **BCR** EN BYTES **WPR** PARA UNA FILA DE LA CELDA
DS
BIT **C** DE LA FILA B
ESTE BYTE ESTA SEÑALADO POR **HL**

Figura 8.2

Al entrar en DNB, HL señala a la memoria de pantalla (buffer) y DS señala al bit que debe ser puesto a «1» o bien a «0». CELLZ señala a los datos de la celda y TS es el número de bit del byte de la celda. WC es un contador de bits/«pixels» por fila de la celda (la rutina efectúa un bucle de BCR veces).

TST es una instrucción computada de control de bit para comprobar el bit TS en el byte de la celda según que el bit deba ponerse a «1» o a «0». Por tanto, las instrucciones SET o RES son computadas y ejecutadas en DO para poner a «1» o a «0» el bit requerido en la memoria de pantalla (buffer).

Al terminar con un «pixel», se incrementan los punteros. Si algún puntero de bit es negativo, se le asigna el valor 7 y se incrementa el correspondiente puntero de byte. Si el puntero de la memoria de pantalla, HL, señala la última fila de «pixels» entonces, para simplificar las cosas, se olvida esto. El byte que se utiliza como señalizador cambia su bit 6 al valor «1» y se efectúa la salida hacia la dirección de retorno contenida en PANIC.

Nota: En esta rutina se usan instrucciones computadas. ¿Cómo tratará su ensamblador éstas?:

64 + 7 genera la instrucción BIT ?, A
128 + 7 genera la instrucción RES ?, A
192 + 7 genera la instrucción SET ?, A

SINOPSIS

GCELL, que usa PLOT, le permite hacer animación compleja. En el Capítulo 13 se mostrará la forma de preparar bloques de color. Más adelante aparecerá también una rutina para mover estos bloques.

Listado 8.2

```
2430 SEBIT  SUB  7
2435        NEG
2440        LD   (DS),A
2445        LD   A,7
2450        LD   (TS),A
2455        LD   A,(BCR)
2460        LD   (WC),A
2465 DNB    LD   A,(TS)
```

```
2470          SLA  A
2475          SLA  A
2480          SLA  A
2485          ADD  64+7
2490          LD   (TST+1),A
2495          LD   A,(BC)
2500 TST      BIT  1,A
2505          LD   A,(DS)
2510          JR   NZ,SETB
2515          SLA  A
2520          SLA  A
2525          SLA  A
2530          ADD  128+7
2535          JR   DOB
2540 SETB     LD   A,(DS)
2545          SLA  A
2550          SLA  A
2555          SLA  A
2560          ADD  192+7
2565 DOB      LD   (DO+1),A
2570          LD   A,(HL)
2575 DO       SET  0,A
2580          LD   (HL),A
2585          LD   A,(DS)
2590          DEC  A
2595          JP   P,JMA
2600          INC  HL
2605          OR   A
2610          LD   DE,22496
2615          SBC  HL,DE
2620          ADD  HL,DE
2625          JP   M,JMX
2630          LD   HL,(FADDR)
2635          LD   A,(HL)
2640          OR   64
2645          LD   (HL),A
2650          LD   HL,(PANIC)
2655          LD   SP,HL
2660          RET
2665 JMX      LD   A,7
```

```
2670 JMA     LD    (DS),A
2675         LD    A,(TS)
2680         DEC   A
2685         JP    P,JMB
2690         LD    A,7
2695         INC   BC
2700 JMB     LD    (TS),A
2705         LD    A,(WC)
2710         DEC   A
2715         RET   M
2720         RET   Z
2725         LD    (WC),A
2730         JR    DNB
2735 DS      DEFB  0
2740 TS      DEFB  0
2745 WC      DEFB  0
```

Capítulo 9

EL TRATAMIENTO DE ERRORES Y EL TRASPASO DE NOMBRES DE PARAMETROS

TRATAMIENTO DE LOS RETORNOS POR ERROR

En los comentarios acerca de la pila (Capítulo 3), mencionamos un método para salir de una rutina si aparece algún problema imprevisto e insoluble en un momento dado (véase también en el Capítulo 8 la utilización de PANIC). En casos como éstos es muy útil poder obtener alguna indicación sobre la naturaleza del problema.

El código máquina suele llamarse siempre mediante la instrucción RANDOMIZE USR ... Pero no existe una razón fundamental para hacer esto. En el manual del Spectrum, Capítulo 26, se utiliza la forma PRINT USR 32500 para visualizar el contenido del registro BC (cuyo valor ha sido asignado por el propio código máquina), Si tenemos, por ejemplo, una rutina que debe retornar normalmente con BC = 0, podemos llamarla con:

```
IF USR ... < > 0 THEN GOTO ... rutina de error
```

o mejor:

```
LET código de error = USR ...
IF código de error < > 0 THEN GOTO ...
```

ya que podemos darle cualquier significado especial al valor que no sea cero.

Todos estos IF ... < > 0 THEN GOTO ... son algo complejos y (peor aún) son en BASIC. Vea en el Capítulo 25 del manual del Spectrum las variables NEWPPC y NSPPC.

NSPPC nos dice exactamente lo que debemos hacer. Diseñamos la parte BASIC de nuestro programa de tal forma que alguna línea, la número 2, por ejemplo, sea la línea a la que haya que saltar en caso de una condición de error. Nuestra salida por error debe entonces contener:

```
LD HL,2
LD (23618),HL
LD A,1
LD (23620),A
```

que introduce el valor 2 en NEWPPC y el valor 1 en NSPPC. De esta forma se llega a la línea 2 del BASIC.

Volvemos ahora a llamar nuestra rutina con:

```
LET código de error = USR ...
```

y continuamos normalmente con la instrucción siguiente. Si aparece algún error, llegaremos a la línea 2 y la variable «código de error» contendrá el valor que tenía BC cuando la rutina efectuó su retorno. Aunque parezca extraño, la asignación de BC al código de error se produce sin importar la forma en que se efectúa el retorno.

Hay solamente un pequeño inconveniente en ello. BC puede utilizarse como un medio de traspaso de información entre el código máquina y el BASIC, y es una lástima sacrificar este medio para las rutinas de error. Después de todo, los buenos programas como los nuestros no suelen encontrar errores (!). ¿Podemos traspasar la información de error por algún otro medio?

De nuevo encontramos la respuesta en el manual del Spectrum, escondida en las profundidades de los Capítulos 24 y 25. Es un método algo más complejo pero puedo asegurar que vale la pena emplearlo.

1) 23627/8 — VARS contiene la dirección del inicio de la tabla de variables en el programa BASIC.

2) En el Capítulo 24 del manual se muestra la forma en que están organizadas estas variables y sus nombres.

Si la primera línea ejecutada en BASIC es:

```
0001 LET ERROR = 0 : GOTO ...
```

entonces el inicio del área de variables estará como la *figura 9.1* y

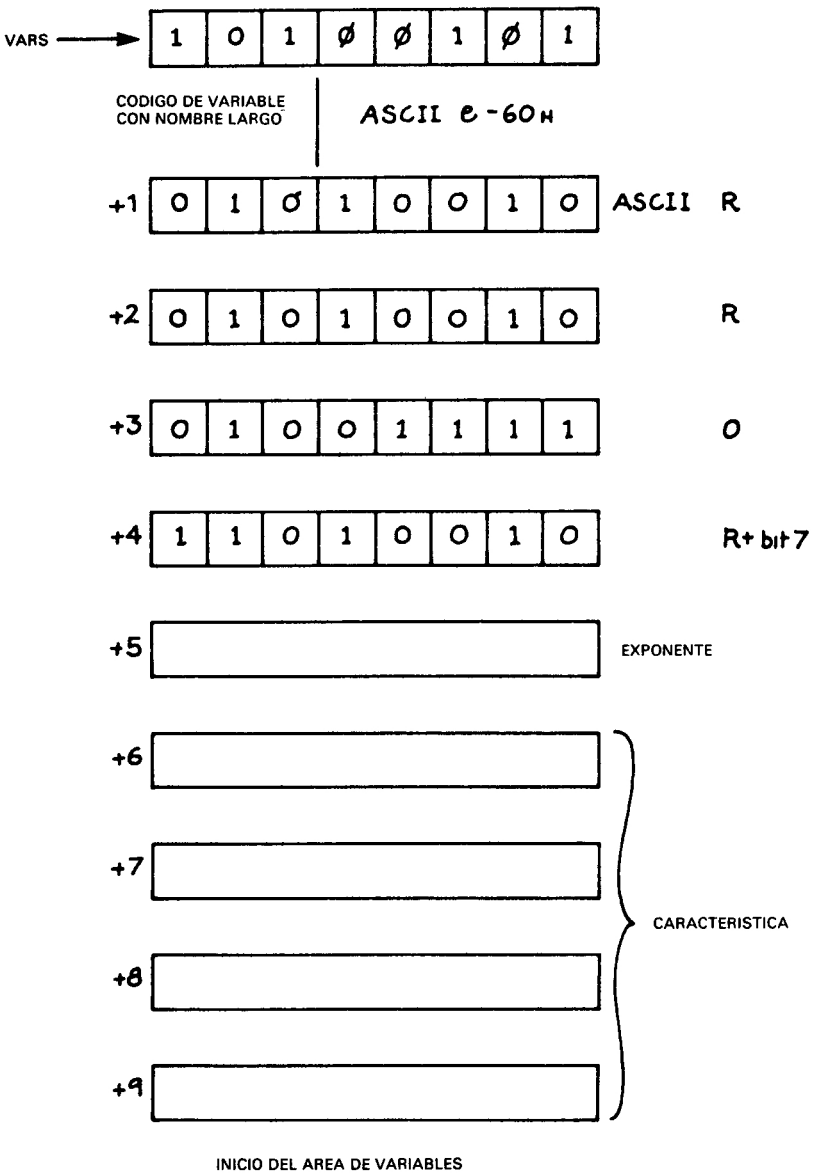

VARS
1 0 1 Ø Ø 1 Ø 1
CODIGO DE VARIABLE
CON NOMBRE LARGO
ASCII e -60H
+1 0 1 Ø 1 0 0 1 0 ASCII R
+2 0 1 0 1 0 0 1 0 R
+3 0 1 0 0 1 1 1 1 O
+4 1 1 0 1 0 0 1 0 R+ bit 7
+5
EXPONENTE
+6
+7
+8
+9
CARACTERISTICA
INICIO DEL AREA DE VARIABLES

Figura 9.1

la rutina de error en el programa de código máquina puede localizar los bytes 5 a 9 e insertar los valores requeridos en la variable «error». La clave está en que la *primera* sentencia en el programa obligue a la *primera* variable a estar localizada en el principio del área de variables. En cualquier momento de la ejecución de un programa en BASIC, el orden de las variables dentro del área de variables dependerá de la forma en que hayan sido asignadas mediante sentencias LET y del orden en que éstas hayan sido ejecutadas.

Nuestro programa tendrá ahora la siguiente forma:

```
0001 LET error = 0 : GOTO 100
0002 PRINT «CONDICION DE ERROR = »; error
0003 ... rutinas de tratamiento de errores...
0004
...
0100 REM el programa propiamente dicho empieza aquí
0101
...
0150 LET q = USR ...
```

y *q* será algún valor útil generado por la rutina y traspasado al BASIC por medio del registro BC.

Nótese:

1) El registro BC sólo permite traspasar un valor desde el código máquina al BASIC.
2) «Error» puede, si se desea, ser un número en coma flotante de 5 bytes en los valores de los enteros del Spectrum.
3) Podemos ahora comunicar entre el código máquina y una variable BASIC y, por extensión, con el programa BASIC.
4) Podríamos incluso cambiar la utilización de «error» y utilizarlo como una variable de entrada al código máquina.

Podemos detenernos en este punto o continuar desarrollando un método para traspasar nombres de variables y valores (parámetros) entre el código máquina y el programa BASIC del Spectrum.

Hemos de ser capaces de hacer dos cosas:

1) Traspasar los nombres de variables a la rutina.
2) Dado un nombre de variable, encontrar su dirección en el área de variables del programa BASIC.

Pero vamos a formalizar primero cómo vamos a tratar las condiciones de error.

A la entrada en el programa debemos asegurarnos de que la primera variable BASIC tenga un nombre de cinco caracteres, el cual será reservado para traspasar códigos de error. Suponemos que nuestras rutinas de tratamiento de errores tendrán su inicio en la línea 2.

Las rutinas en código máquina empezarán guardando el valor del puntero de pila de forma que pueda utilizarse para el mecanismo de salida.

A la salida se retornará al BASIC colocando el valor que contenga el registro doble DE en aquel momento en la primera variable BASIC, y forzará el retorno a la línea 2.

La llegada del código máquina al mecanismo de salida se hará conteniendo DE un valor adecuado y con la instrucción JP, CALL o JR que se considere conveniente.

La rutina aparece en el *Listado 9.1.* ERROR es el valor archivado de SP (puntero de pila) a la llamada de la rutina.

Listado 9.1(1)

```
1215 ERREX   LD    HL,(ERROR)
1220         LD    SP,HL
1225         LD    HL,2
1230         LD    (23618),HL
1235         LD    A,1
1240         LD    (23620),A
1245         LD    HL,(23627)
1250         LD    BC,7
1255         ADD   HL,BC
1260         LD    (ERADR+2),HL
1265 ERADR   LD    (ERADR+2),DE
1270         RET
1275 ERROR   DEFW  0
```

Listado 9.1(2)

```
0005         ORG   60000
0010         LD    (ERROR),SP
0015         PUSH  AF
```

```
0020        PUSH BC
0025        PUSH DE
0030        PUSH HL
0035        PUSH IX
0040        CALL DRAWL
0045        JP   TRAP$
0050        LD   (ERROR),SP
0055        PUSH AF
0060        PUSH BC
0065        PUSH DE
0070        PUSH HL
0075        PUSH IX
0080        CALL SATTR
0085        JP   TRAP$
0090        LD   (ERROR),SP
0095        PUSH AF
0100        PUSH BC
0105        PUSH DE
0110        PUSH HL
0115        PUSH IX
0120        CALL BLOCK
0125        JP   TRAP$
0130        LD   (ERROR),SP
0135        PUSH AF
0140        PUSH BC
0145        PUSH DE
0150        PUSH HL
0155        PUSH IX
0160        CALL SORTF
0165        JP   TRAP$
0170        LD   (ERROR),SP
0175        PUSH AF
0180        PUSH BC
0185        PUSH DE
0190        PUSH HL
0195        PUSH IX
0200        CALL GCELL
0205        JP   TRAP$
0210        LD   (ERROR),SP
0215        PUSH AF
0220        PUSH BC
```

```
0225        PUSH DE
0230        PUSH HL
0235        PUSH IX
0240        CALL MAP$
0245        JP   TRAP$
0250        LD   (ERROR),SP
0255        PUSH AF
0260        PUSH BC
0265        PUSH DE
0270        PUSH HL
0275        PUSH IX
0280        CALL IVERT
0285        JP   TRAP$
0290        LD   (ERROR),SP
0295        PUSH AF
0300        PUSH BC
0305        PUSH DE
0310        PUSH HL
0315        PUSH IX
0320        CALL MOVEC
0325        JP   TRAP$
0330        LD   (ERROR),SP
0335        PUSH AF
0340        PUSH BC
0345        PUSH DE
0350        PUSH HL
0355        PUSH IX
0360        CALL SVERT
0365        JP   TRAP$
0370        LD   (ERROR),SP
0375        PUSH AF
0380        PUSH BC
0385        PUSH DE
0390        PUSH HL
0395        PUSH IX
0400        CALL DRAWA
0405        JP   TRAP$
0410        LD   (ERROR),SP
0415        PUSH AF
0420        PUSH BC
0425        PUSH DE
```

```
0430          PUSH HL
0435          PUSH IX
0440          CALL DEMO1
0445          JP   TRAP$
0450          LD   (ERROR),SP
0455          PUSH AF
0460          PUSH BC
0465          PUSH DE
0470          PUSH HL
0475          PUSH IX
0480          CALL DEMO2
0485          JP   TRAP$
0490 TRAP$    POP  IX
0495 TRAQ$    POP  HL
0500 TRAR$    POP  DE
0505 TRAS$    POP  BC
0510 TRAT$    POP  AF
0515          RET
```

EL TRASPASO DE NOMBRES DE VARIABLES (PARAMETROS)

En el Capítulo 25 del manual del Spectrum aparece la forma de resolver este problema. NXTLIN (en las posiciones 23637/8) contiene la dirección del inicio de la próxima línea de programa BASIC, después de la que contiene la instrucción LET ... = USR ... Podríamos colocar una lista de parámetros en esta línea, escondida del sistema BASIC por una sentencia REM.

Una llamada a la rutina en código máquina con parámetros podría ser, por ejemplo:

```
0175 LET y = USR 12345
0176 REM a,b : REM a y b son parámetros de USR 12345.
```

En el Capítulo 24 del manual se explica cómo pueden obtenerse los nombres. NXTLIN señala al byte más significativo del número de línea, por tanto, (NXTLIN) + 4 será la dirección del primer carácter de texto de esta línea. Retrocedemos un lugar en la línea buscando el código REM (= 234), y luego empezamos a buscar el nombre de la variable del que indicaremos si termina con una coma, dos puntos o bien un carácter «ENTER». Los espacios son ignorados y los enteros se detectan porque comienzan con un dígito...

VAR$1, UNA RUTINA PARA LA BUSQUEDA DE VARIABLES EN EL AREA DE VARIABLES

Es fácil dejarse llevar por la euforia al diseñar un programa. Las especificaciones aumentan rápidamente sin concretarse y después es más difícil eliminar los errores, de tal forma que el programa que nació como una buena idea, se convierte luego en una pesadilla y es eventualmente abandonado con una mezcla de disgusto y desespero.

Vamos a dejar a un lado, por el momento, el traspaso de valores numéricos y nombres de variables multicarácter y nos limitaremos a traspasar un número reducido de variables de una sola letra (que pueden ser variables simples, cadenas o conjuntos). Siempre estaremos a tiemo de complicar las cosas más tarde.

El *diagrama de flujo 9.1* es una reproducción del diagrama original. El *diagrama 9.2* es la versión final que corresponde al *listado 9.2.* El recuadro VAR$1 es otra rutina que busca los nombres en el área de variables *(diagrama de flujo 9.3).* Retorna con A = 0 final de datos o bien con HL conteniendo la dirección del inicio del nombre de la variable y A = los tres primeros bits del código de este nombre. Véanse los detalles más adelante.

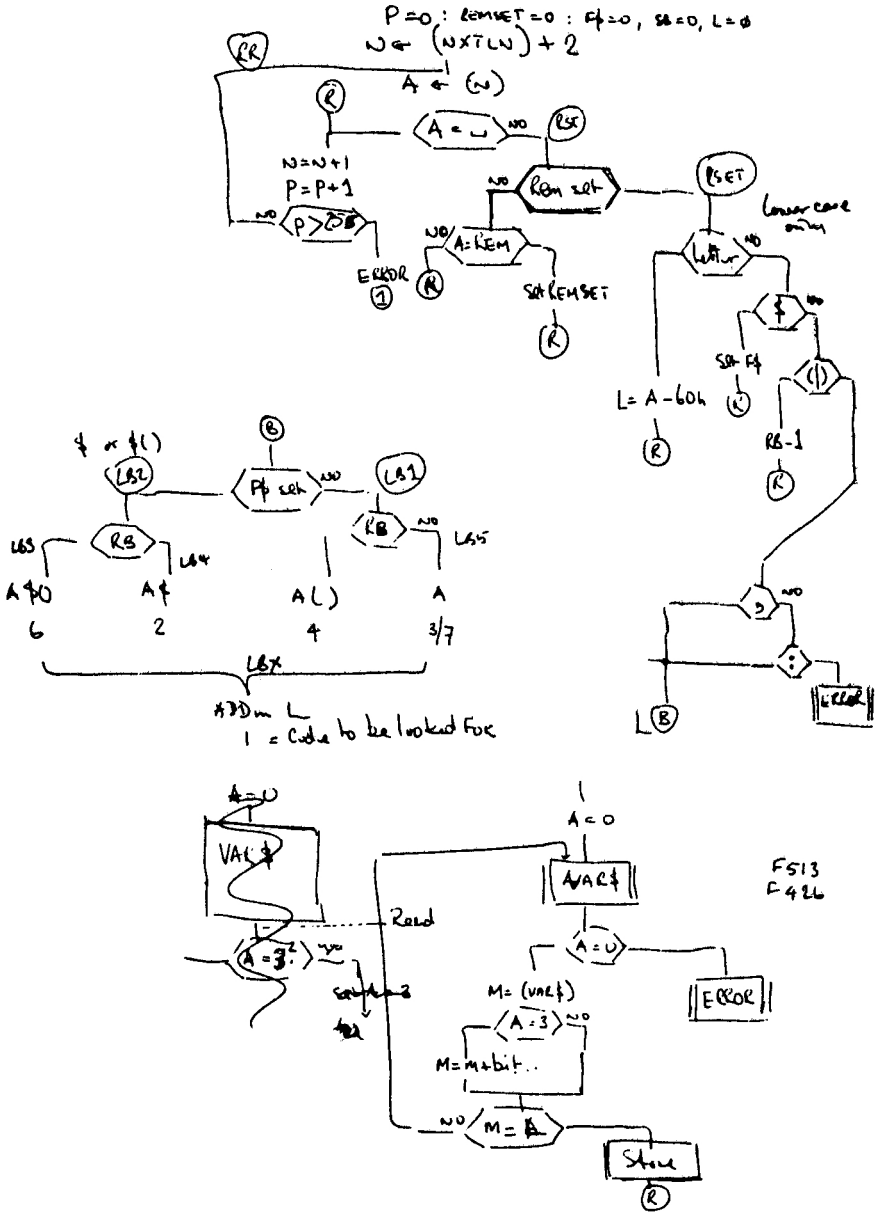
La rutina no hace exactamente lo que se creía que iba a hacer. Las letras, paréntesis, y $ pueden estar en cualquier orden y el identificador de variable es, en realidad, la última letra. La sentencia REM debe estar terminada con dos puntos o con un carácter «ENTER». Esto se deja para el lector, como un ejercicio sencillo para remediar estos defectos si lo desea.

Documentación de la rutina

Condiciones de entrada: ninguna

Condiciones de salida: destruidos los contenidos de todos los registros.
PARM0 — PARM6 son las direcciones de los primeros caracteres de hasta siete nombres de variables en el área de variables BASIC.
0 indica que no existe ningún parámetro.

Nota: La rutina que llama debe verificar que el tipo de variable recibida sea correcto y recoger o cargar los bytes apropiados.



Boceto del diagrama de flujo 9.1

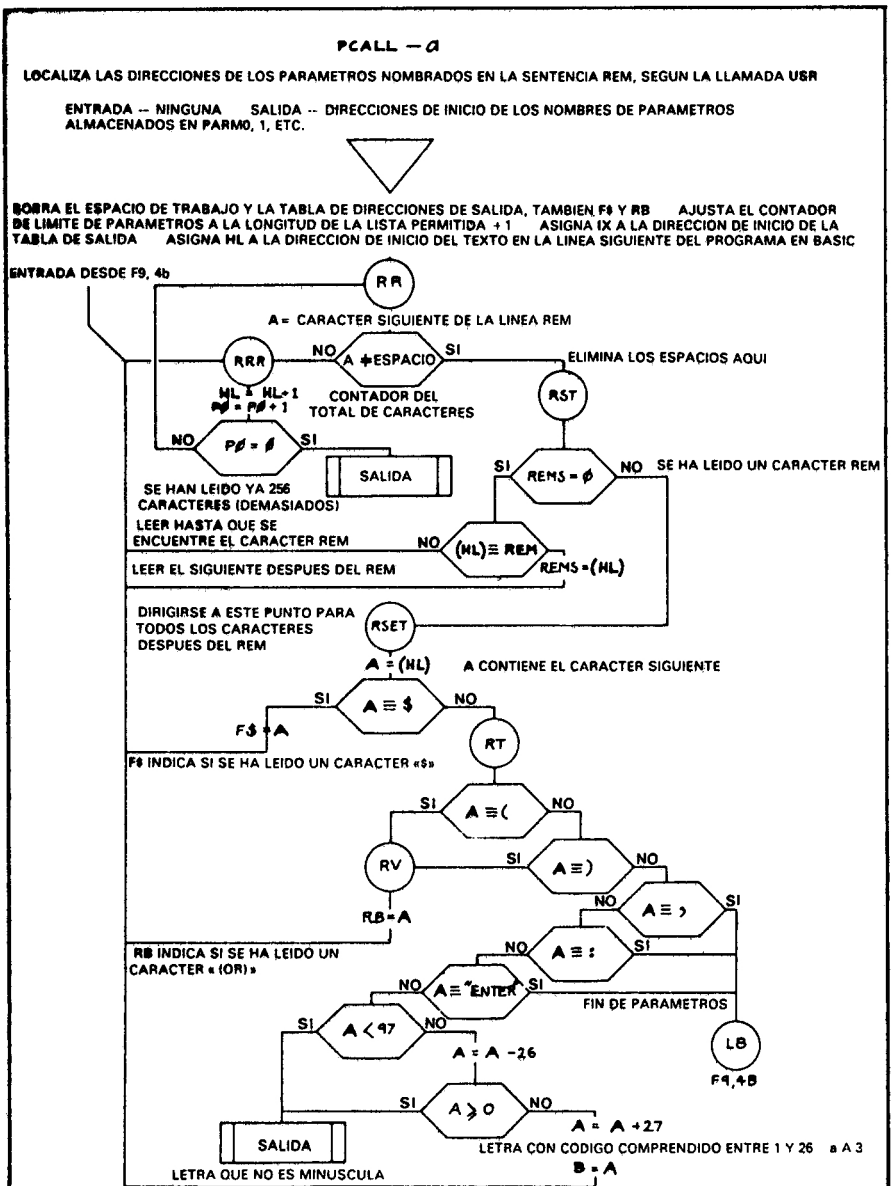


Diagrama de flujo 9.2a

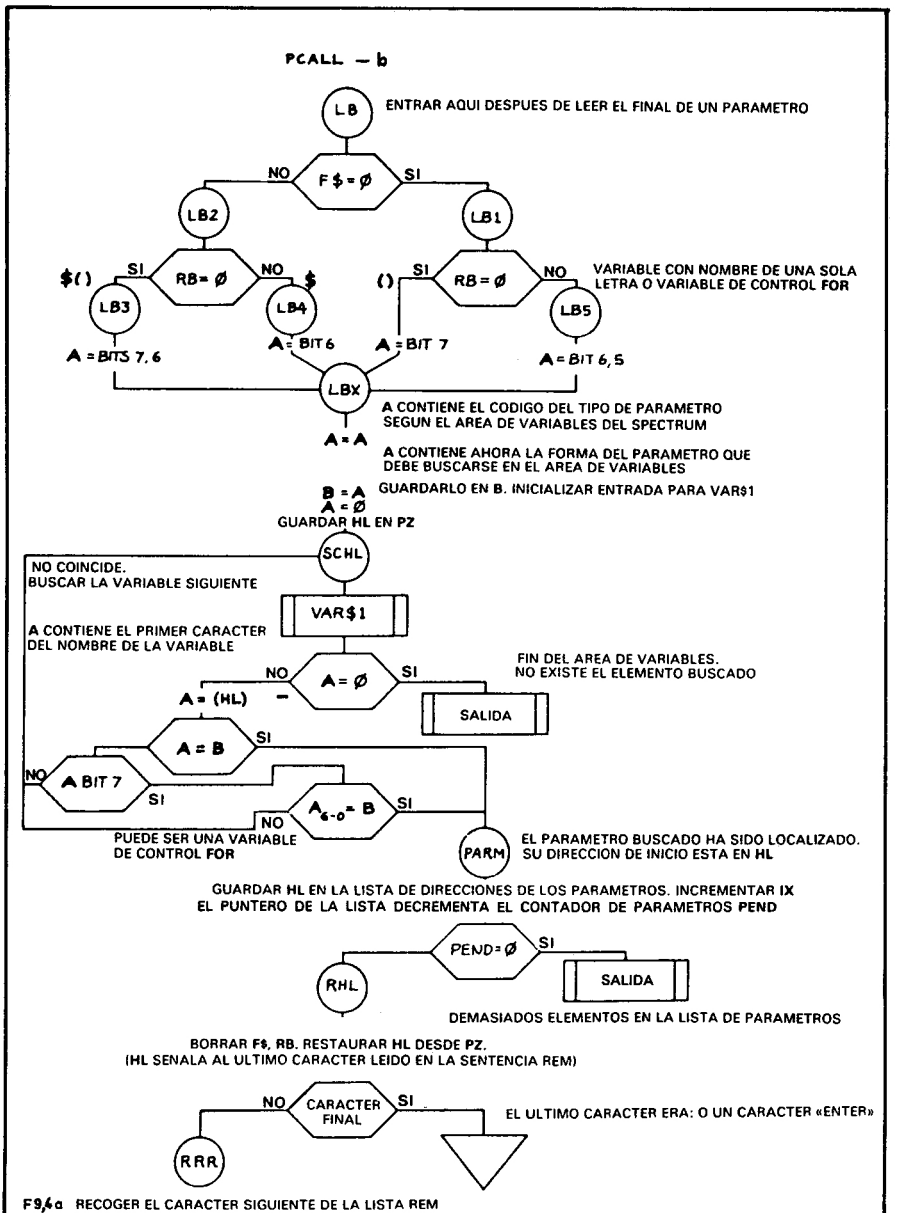


Diagrama de flujo 9.2b

PCALL

El número de parámetros que deben manejarse, PARM0, PARM1, ... se calcula durante el proceso de ensamblaje y PEND, su contador + 1 se ajusta a la entrada. El desplazamiento a la derecha permite alojar dos bytes en cada PARM. Para más parámetros, añádanse 2 bytes más por parámetro entre PARM6 y PEND; la operación LDIR borrará todo a la entrada. Recuerde, la lista PARM contiene las DIRECCIONES del inicio de cada nombre de variable.

La parte RR — RST — RRR de la rutina lee la siguiente línea de programa hasta que encuentra un carácter REM, y en este punto la variable REMS adopta un valor distinto de cero. Entonces RST salta a RSET, donde se comprobará el siguiente carácter de la sentencia REM que no sea un espacio. F$ adopta un valor no nulo si se encuentra un carácter $ indicador de cadena. RB se carga con un valor no nulo si se encuentra un carácter o bien indicadores de conjuntos («arrays»). Una coma, dos puntos o un carácter «ENTER» fuerzan un salto a LB y entonces se comprueba si se trata de un carácter de letra minúscula. Si lo es, se guarda en B después de haberle restado 60 (hex). Cualquier carácter que falle en esta comprobación causa una salida por error que coloca el valor 2 en DE y llama a ERREX.

Cuando se alcanza LB, se ha leído un nombre de parámetro y el programa de LB a LBX examina F$ y RB para determinar el tipo y la forma —con la letra identificada— del inicio que debe buscarse en el área de variables.

A se pone a cero para inicializar VAR$1 en su primera llamada en SCHL. VAR$1 sale con A = 0 si no existen más variables y la rutina sale con error 2. En otro caso, HL señala el inicio del nombre de la variable que será comparada con el elemento buscado. Si no se encuentra todavía, el programa vuelve a SCHL con un valor no nulo en A, o, en caso contrario, PARM será el inicio del código que almacena la dirección de inicio de la variable en la lista de variables y antes se comprueba que haya sitio para ella. Los marcadores F$ y RB son puestos a cero y la rutina vuelve a RRR para leer el próximo carácter en la lista de parámetros o sale si se encuentra el final de la lista.

Listado 9.2

```
2750 PCALL   LD    HL,0
2755 NXTLN   EQU   23637
2760         LD    (P0),HL
```

```
2765          LD    HL,PO
2770          LD    DE,PO+1
2775          LD    BC,PEND-PO
2780          LDIR
2785          LD    A,PEND+3-PARMO
2790          SRL   A
2795          LD    (PEND),A
2800          LD    IX,PARMO
2805          LD    BC,4
2810          LD    HL,(NXTLN)
2815          ADD   HL,BC
2820 RR       LD    A,(HL)
2825          CP    " "
2830          JR    NZ,RST
2835 RRR      INC   HL
2840          PUSH  HL
2845          LD    HL,PO
2850          INC   (HL)
2855          POP   HL
2860          JR    NZ,RR
2865          LD    DE,4
2870          CALL  ERREX
2875 RST      LD    A,(REMS)
2880          CP    0
2885          JR    NZ,RSET
2890          LD    A,(HL)
2895          CP    234
2900          JR    NZ,RRR
2905          LD    (REMS),A
2910          JR    RRR
2915 RSET     LD    A,(HL)
2920          CP    "$"
2925          JR    NZ,RT
2930          LD    (F$),A
2935          JR    RRR
2940 RT       CP    "("
2945          JR    NZ,RU
2950 RV       LD    (RB),A
2955          JR    RRR
2960 RU       CP    ")"
2965          JR    Z,RV
```

```
2970          CP    ","
2975          JR    Z,LB
2980          CP    ":"
2985          JR    Z,LB
2990          CP    13
2995          JR    Z,LB
3000          SUB   97
3005          JP    M,ERX2
3010          SUB   26
3015          JP    P,ERX2
3020          ADD   27
3025          LD    B,A
3030          JR    RRR
3035 LB       LD    A,(F$)
3040          CP    0
3045          JR    Z,LB1
3050 LB2      LD    A,(RB)
3055          CP    0
3060          JR    Z,LB4
3065 LB3      LD    A,128+64
3070          JR    LBX
3075 LB4      LD    A,64
3080          JR    LBX
3085 LB1      LD    A,(RB)
3090          CP    0
3095          JR    Z,LB5
3100          LD    A,128
3105          JR    LBX
3110 LB5      LD    A,64+32
3115 LBX      OR    B
3120          LD    B,A
3125          LD    A,0
3130          LD    (PZ),HL
3135 SCHL     CALL  VAR$1
3140          CP    0
3145          JP    Z,ERX2
3150          LD    A,(HL)
3155          CP    B
3160          JR    Z,PARM
3165          BIT   7,A
3170          JR    Z,SCHL
```

```
3175          AND   127
3180          CP    B
3185          JR    Z,PARM
3190          LD    A,1
3195          JR    SCHL
3200 PARM     LD    (IX+0),L
3205          LD    (IX+1),H
3210          INC   IX
3215          INC   IX
3220          LD    A,(PEND)
3225          DEC   A
3230          LD    (PEND),A
3235          JR    Z,ERX4
3240          LD    A,0
3245          LD    (F$),A
3250          LD    (RB),A
3255 RHL      LD    HL,(PZ)
3260          LD    A,(HL)
3265          CP    ":"
3270          RET   Z
3275          CP    13
3280          RET   Z
3285          JP    RRR
3290 PO       DEFB  0
3295 REMS     DEFB  0
3300 F$       DEFB  0
3305 RB       DEFB  0
3310 PZ       DEFW  0
3315 PARM0    DEFW  0
3320 PARM1    DEFW  0
3325 PARM2    DEFW  0
3330 PARM3    DEFW  0
3335 PARM4    DEFW  0
3340 PARM5    DEFW  0
3345 PARM6    DEFW  0
3350 PEND     DEFB  0
3355 ERX1     LD    DE,1
3360          CALL  ERREX
3365 ERX2     LD    DE,2
3370          CALL  ERREX
3375 ERX3     LD    DE,3
```

```
3380          CALL ERREX
3385 ERX4     LD   DE,4
3390          CALL ERREX
```

VAR$1

El área de variables consiste en una tabla ordenada de nombres y datos cuya dirección de inicio está dada por el contenido de las posiciones 23627/8. En el Manual del Spectrum se define el formato y la codificación de la tabla. VAR$1 utiliza esto para suministrar las direcciones de las variables.

Los tres primeros bits de cada variable definen su tipo y permiten acceder al inicio de la próxima variable. Estos bits son:

000 no utilizado
001 no utilizado
010 cadena
011 nombre de una variable de una sola letra
100 conjunto de números
101 nombre de varios caracteres
110 conjunto de caracteres
111 variable de control de un bucle FOR — NEXT

Estos códigos se utilizan para computar un salto relativo en JNV hacia otro salto relativo que trata de encontrar el final de una variable y el inicio de la siguiente. El proceso se inicia suponiendo que la variable previa no existente fuera del tipo 3, desplazando el inicio del área de variables en seis posiciones y saltando hacia J3.

Las etiquetas J0 a J7 identifican las secciones de código que tratan del tipo de variable correspondiente, como se indica en el *diagrama de flujo 9.3.* En el tipo 5, el final del nombre se indica poniendo a «1» el bit más significativo del último byte. FVEND busca esto último y la rutina procede como si se hubiera leído un nombre de variable de una sola letra.

Entre llamadas a VAR$1 la variable VAR$ mantiene la posición alcanzada durante la exploración. Durante la rutina, HL señala al área de variables.

En el caso de que la rutina empiece a generar errores después de haber funcionado correctamente, debe sospecharse que la variable VAR$ del Spectrum se ha alterado o bien que el área de variables ha sido sobreescrita.

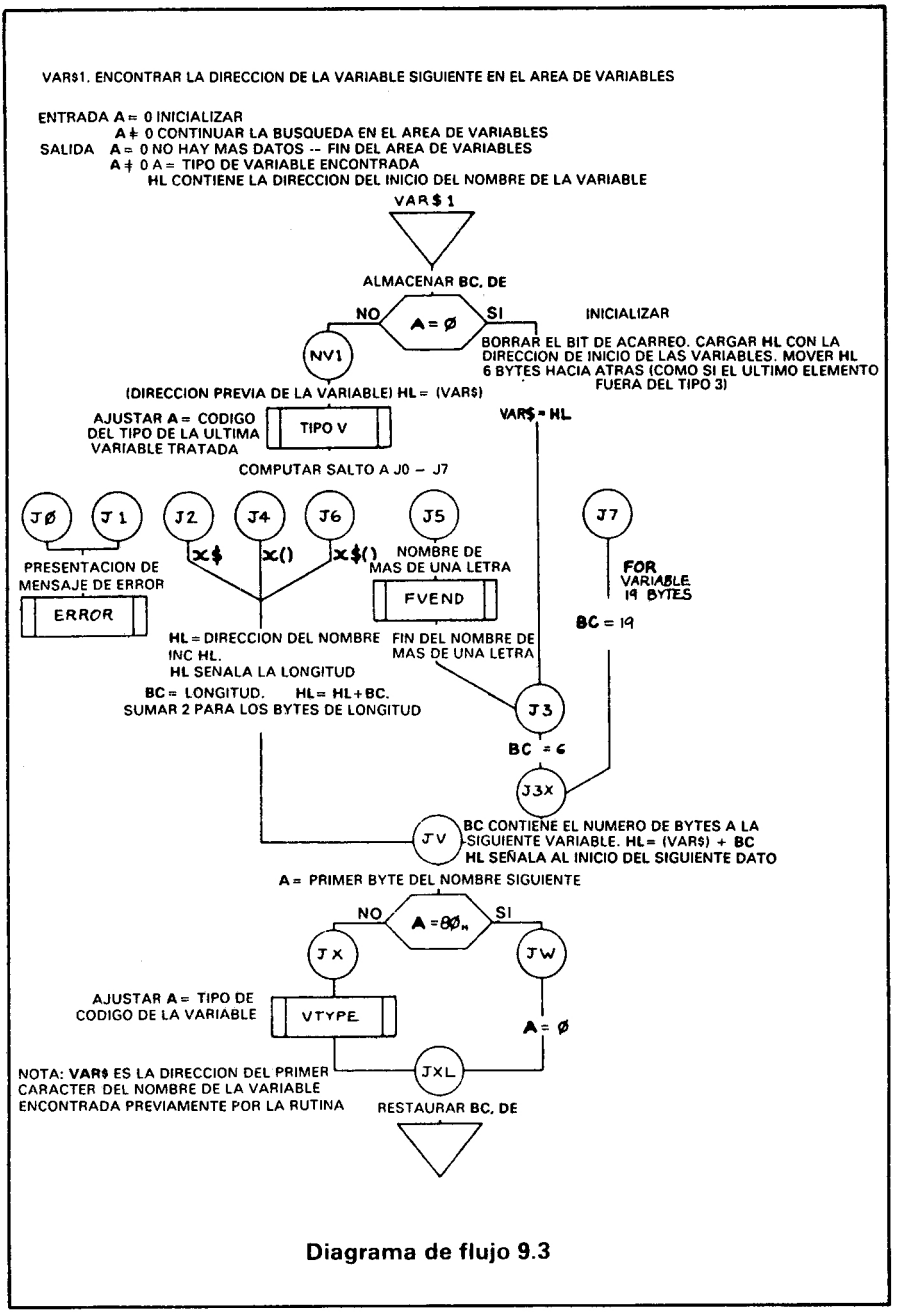


Diagrama de flujo 9.3

Nota sobre el salto computado en JNV:

La instrucción JR J0 es una instrucción de dos bytes
byte 0 = 24 decimal, 18 hex.
byte 1 = desplazamiento relativo.

Ya que la tabla entera consiste en saltos como estos, los desplazamientos requeridos serán 0, 2, 4, 6, etc. VTYPE sólo puede producir ocho valores (0 - 7). Si se desplaza un byte a la derecha, será 0, 2, 4, 6, 8, ..., 14 y la tabla cubrirá todas las posibilidades. La entrada 0 y la primera, ambas imposibles, saltan a la rutina de error.

Listado 9.3

```
3395 VARSS   EQU  23627
3400 VAR$1   PUSH BC
3405         PUSH DE
3410         CP   0
3415         JR   NZ,NV1
3420         OR   A
3425         LD   HL,(VARSS)
3430         LD   BC,6
3435         SBC  HL,BC
3440         LD   (VAR$),HL
3445         JR   J3
3450 NV1     CALL VTYPE
3455         LD   (JNV+1),A
3460         LD   DE,666
3465 JNV     JR   J0
3470         JR   J0
3475         JR   J0
3480         JR   J2
3485         JR   J3
3490         JR   J4
3495         JR   J5
3500         JR   J6
3505         JR   J7
3510 J0      CALL PTEX
3515         DEFM "VAR$1 j0 error"
3520         NOP
3525         CALL ERREX
3530 J2      INC  HL
```

```
3535          LD    (VP+2),HL
3540 VP       LD    BC,(VP+2)
3545          ADD   HL,BC
3550          INC   HL
3555          INC   HL
3560 JV       LD    (VAR$),HL
3565          LD    A,(HL)
3570          CP    080H
3575          JR    NZ,JX
3580 JW       LD    A,0
3585          JR    JXL
3590 JX       CALL  VTYPE
3595 JXL      POP   DE
3600          POP   BC
3605          RET
3610 J3       LD    BC,6
3615 J3X      ADD   HL,BC
3620          JR    JV
3625 J4       JR    J2
3630 J5       CALL  FVEND
3635          JR    J3
3640 J6       JR    J2
3645 J7       LD    BC,19
3650          JR    J3X
3655 VAR$     DEFW  0
3660 VTYPE    LD    A,(HL)
3665          AND   128+64+32
3670          RLC   A
3675          RLC   A
3680          RLC   A
3685          RLC   A
3690          RET
3695 FVEND    LD    HL,(VAR$)
3700          INC   HL
3705 FV1      BIT   7,(HL)
3710          JR    NZ,FV2
3715          INC   HL
3720          JR    FV1
3725 FV2      LD    (VAR$),HL
3730          RET
```

SINOPSIS

PCALL traspasa las direcciones de variables BASIC hacia las rutinas en código máquina.

Esto facilita el problema de traspaso de datos y la mayoría de rutinas del próximo capítulo utilizan ésta o la subrutina OPARS.

A la primera variable BASIC se le asigna el nombre ERROR y la línea 2 del programa BASIC se reserva para las rutinas de error.

Capítulo 10

RUTINA PARA ORDENAR NUMEROS EN COMA FLOTANTE

«Más allá de las montañas, la hierba es más verde.»
(Proverbio alemán)

UNA SOLUCION QUE PERMITE REALIZAR EN 145 SEGUNDOS LO QUE EXIGE CINCO HORAS EN BASIC

A aquellos lectores que hayan avanzado hasta estas alturas, déjenme presentarles una rutina útil y práctica: la ordenación de un conjunto o matriz de números en el formato de coma flotante del Spectrum. Se trata del método de ordenación por burbuja («bubble sort») prácticamente sin restricciones en cuanto al tamaño del conjunto. El tiempo de ejecución depende del cuadrado del número de entradas y es aproximadamente igual a $n^2/7000$ segundos para n entradas (unas 125 veces más rápida que su rutina equivalente en BASIC). Para 1000 entradas, tardará aproximadamente 145 segundos en ordenarlas, en vez de las cinco horas que tardaría en BASIC.

El método de burbuja no es el más rápido pero sí el más sencillo. Se comparan dos posiciones consecutivas en la tabla y la mayor, si no es la primera, se intercambia con la menor. Se va explorando repetidamente la tabla hasta que no sea preciso realizar ninguna inversión de elementos, lo cual significará que la rutina ya está en orden. En este punto la rutina efectuará su salida.

La primera pasada desde el principio hasta el final dejará siempre el valor mínimo al final. Si la siguiente pasada se realiza desde el final hasta el principio, el valor máximo se colocará al principio de la tabla. Con este sistema, la longitud de la parte no ordenada de la tabla se reduce continuamente a un elemento menos por cada

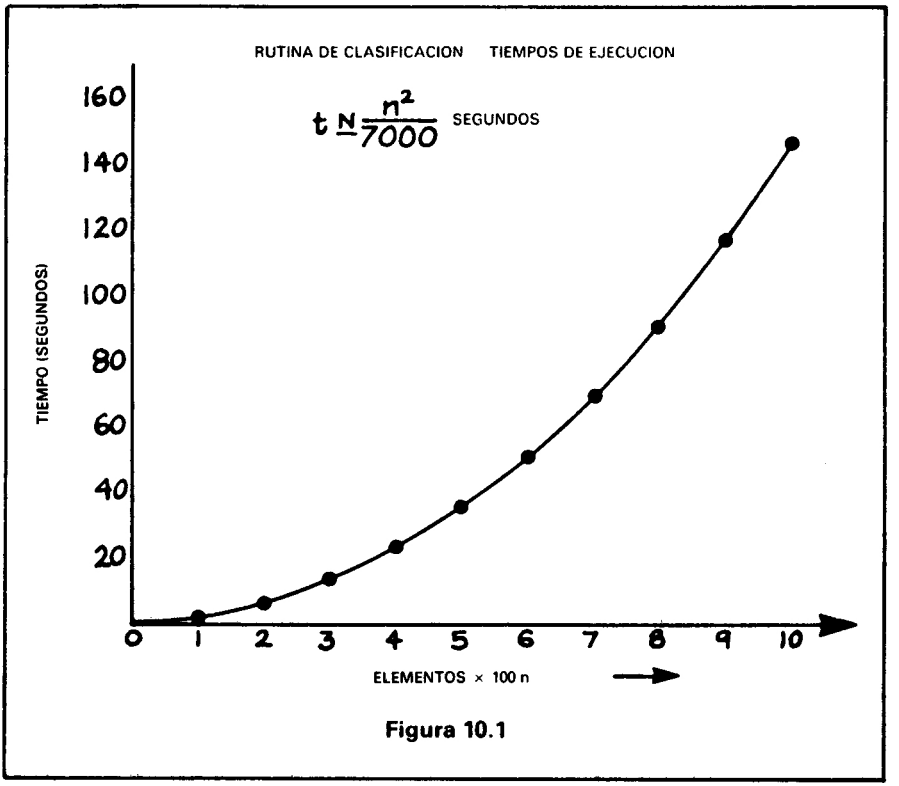


Figura 10.1

pasada, y el tiempo total puede reducirse casi en un 50 %. Le dejo esto para usted pues lo más difícil ya lo he hecho yo: el traspaso de los parámetros y la comparación de números en coma flotante.

SORTF

La rutina está dividida en dos partes. Primero la llamada a PCALL para obtener la lista de parámetros y la extracción de un parámetro localizado seguido de su comprobación. Si el parámetro no es del tipo 4 (conjunto de números), la rutina sale sin hacer nada. Entonces las variables HFE (inicio de la primera entrada) y HLE (inicio de la última entrada) son asignadas. Como no tenemos ninguna rutina de multiplicación, los saltos de la longitud del conjunto de los datos en el área de variables se realizan cargando el byte «número de dimensiones» en A y después sumándolo consigo mismo. ¡La restricción

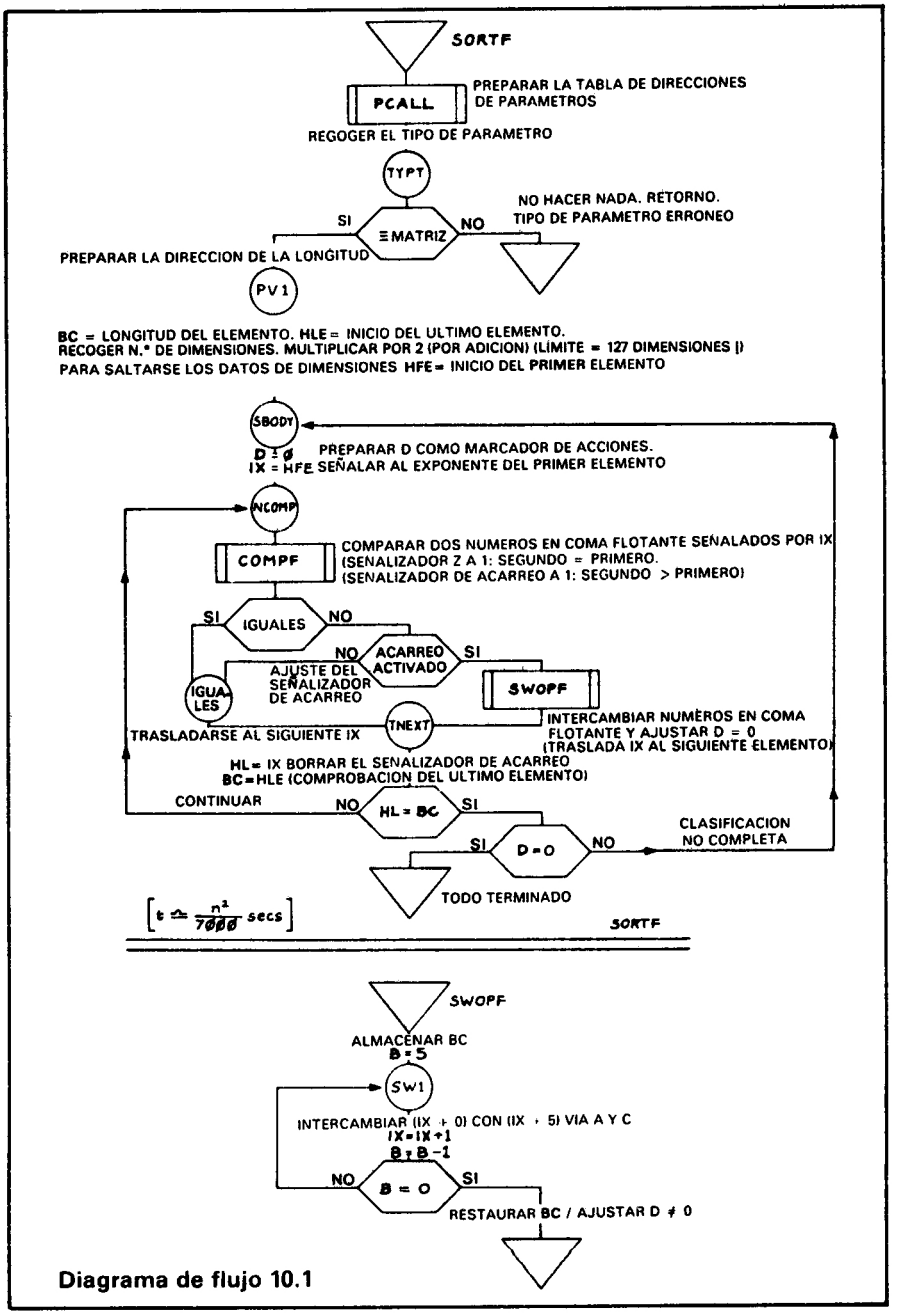


Diagrama de flujo 10.1

es que A no puede exceder de 127! Un conjunto de varias dimensiones se trata como si fuera un conjunto de una sola dimensión. El valor más alto se coloca en x(1,1,...).

El cuerpo de la rutina SORTF tiene una estructura muy directa. El registro D se utiliza para indicar que se ha realizado una inversión y se carga en SWOPF. COMPF compara dos números consecutivos, y sale con el señalizador de cero (Z) a «1» si los números son iguales y con el señalizador de acarreo (c) a «1» si el segundo es mayor que el primero. Los dos números en coma flotante son consecutivos y el registro IX señala el byte de exponente con la dirección más baja.

Listado 10.1

```
3735 SORTF   CALL PCALL
3740         LD   HL,(PARMO)
3745         LD   (TYPT+1),HL
3750 TYPT    LD   A,(TYPT+1)
3755         AND  128+64+32
3760         CP   128
3765         RET  NZ
3770         INC  HL
3775         LD   (PV1+2),HL
3780 PV1     LD   BC,(PV1+2)
3785         ADD  HL,BC
3790         LD   BC,-3
3795         ADD  HL,BC
3800         LD   (HLE),HL
3805         LD   HL,(PARMO)
3810         LD   BC,3
3815         ADD  HL,BC
3820         LD   A,(HL)
3825         ADD  A
3830         LD   C,A
3835         LD   B,0
3840         ADD  HL,BC
3845         INC  HL
3850         LD   (HFE),HL
3855 SBODY   LD   D,0
3860         LD   IX,(HFE)
3865 NCOMP   CALL COMPF
3870         JR   Z,IGUALES
```

```
3875            JR    NC,IGUALES
3880            CALL  SWOPF
3885            JR    TNEXT
3890 IGUALES    LD    BC,5
3895            ADD   IX,BC
3900 TNEXT      PUSH  IX
3905            POP   HL
3910            OR    A
3915            LD    BC,(HLE)
3920            SBC   HL,BC
3925            JR    NZ,NCOMP
3930            LD    A,D
3935            CP    0
3940            RET   Z
3945            JR    SBODY
3950 HFE        DEFW  0
3955 HLE        DEFW  0
3960 SWOPF      PUSH  BC
3965            LD    B,5
3970 SW1        LD    A,(IX+0)
3975            LD    C,(IX+5)
3980            LD    (IX+0),C
3985            LD    (IX+5),A
3990            INC   IX
3995            DJNZ  SW1
4000            POP   BC
4005            LD    D,1
4010            RET
```

COMPF

En la *Figura 10.2* se detalla el formato de un número en coma flotante. La rutina es bastante complicada y podría simplificarse mucho. IX señala al primer byte (de exponente) del primer número cuya mantisa está en IX + 1, 2, 3 y 4. El segundo número tiene su exponente en IX + 5 y su mantisa en IX + 6, 7, 8 y 9. Los signos de los números están en IX + 1 e IX + 6. Si son diferentes, el positivo es mayor que el negativo. Si son del mismo signo, se comparan sus exponentes. En la representación del Spectrum, los exponentes están desplazados en 128 y deben ser comparados y comprobar el señalizador de acarreo. El significado depende, sin embargo, del signo de

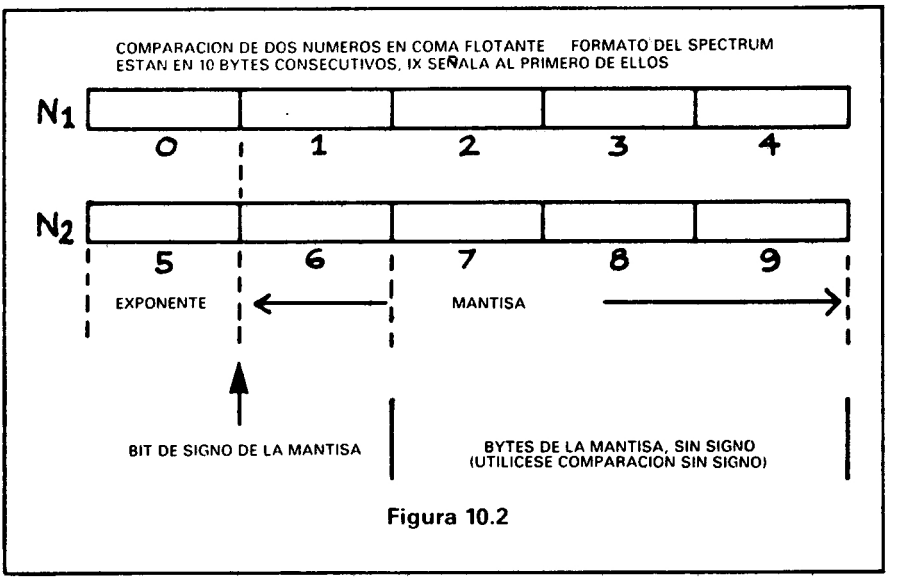


Figura 10.2

la mantisa. Con mantisas positivas, el exponente mayor pertenece al número mayor en coma flotante. Con mantisas negativas, el exponente mayor pertenece al número menor en coma flotante. El registro B adopta un valor no nulo para mantisas negativas.

Los números del mismo signo y exponentes iguales deben ser comparados byte a byte hasta que se detecte alguna diferencia entre ellos, si es que la hay. Los bytes de signo, al ser comparados, deben comprobarse con operaciones JP P o JP M, ya que el acarreo se produce solamente con un número negativo. Los bytes de mantisa restantes pueden comprobarse con el señalizador de acarreo puesto que no tienen signo. El significado de la decisión en BTL o BTG se decide por el signo de la mantisa, según el contenido del registro B. Si no se hiciera esta corrección, los números positivos se separarían de los negativos y se clasificarían los dos bloques por orden decreciente absoluto (sin tener en cuenta el signo).

Listado 10.2

```
4015 COMPF   LD    B,0
4020         BIT   7,(IX+1)
4025         JR    Z,CL1
4030 CL2     BIT   7,(IX+6)
```

```
4035          JR    Z,V1LV2
4040 CL3      LD    A,(IX+0)
4045          CP    (IX+5)
4050          JP    M,V1GV2
4055          JR    Z,CL4
4060          JR    V1LV2
4065 CL4      LD    B,255
4070          JR    XEQ
4075 CL1      BIT   7,(IX+6)
4080          JR    NZ,V1GV2
4085 CL5      LD    A,(IX+5)
4090          CP    (IX+0)
4095          JR    C,V1GV2
4100 CL6      JR    NZ,V1LV2
4105 XEQ      LD    A,(IX+1)
4110          CP    (IX+6)
4115          JR    Z,XEQM
4120          JP    P,BTG
4125          JR    BTL
4130 XEQM     LD    A,(IX+2)
4135          CP    (IX+7)
4140          JR    C,BTL
4145          JR    NZ,BTG
4150          LD    A,(IX+3)
4155          CP    (IX+8)
4160          JR    C,BTL
4165          JR    NZ,BTG
4170          LD    A,(IX+4)
4175          CP    (IX+9)
4180          JR    C,BTL
4185          JR    NZ,BTG
4190          RET
4195 V1GV2    LD    A,2
4200          CP    1
4205          RET
4210 V1LV2    LD    A,2
4215          CP    3
4220          RET
4225 BTL      BIT   1,B
4230          JR    NZ,V1GV2
```

```
4235          JR    V1LV2
4240 BTG      BIT   1,B
4245          JR    NZ,V1LV2
4250          JR    V1GV2
```

UN EJEMPLO PRACTICO DE SORTF

Este ejemplo se basa en la utilización del SORTF para imprimir una lista de jugadores en orden decreciente de puntuaciones. No hay más de 999 jugadores y sus puntuaciones o tiempos pueden representarse por un número de menos de seis dígitos.

Los datos forman un conjunto numérico a(); los puntos del jugador *n* están en el elemento a(n). Si ordenamos a(), tendremos los elementos por orden de valor numérico pero perderemos la identificación del jugador a quien corresponde cada uno.

Si programamos en BASIC:

```
FOR n = 1 TO...
LET a (n) = 1000* a (n) + n
NEXT n
```

entonces cada elemento contendrá ambas partes de la información. Los tres últimos dígitos identificarán al jugador y los restantes a su puntuación. Nótese que, debido a la manera en que el Spectrum trata a los números en coma flotante, el valor aparente de a(n) podría no ser mayor que 1.000.000.000. Podemos escribir ahora:

```
LET 1 = USR SORTF
REM a( ):
```

y el conjunto será ordenado con las puntuaciones más altas al principio y el número de jugador contenido en las últimas tres cifras.

El elemento *n* puede ser escrito con:

```
PRINT INT (a(n)/1000); INT (a(n)-1000 * INT (a(n)/1000))
```

Queda aún otra consideración. Algunos elementos de a() pueden ser almacenados internamente en la forma entera, lo cual desconcertará a SORTF. Antes de utilizar la rutina, cada elemento debe estar en la forma de coma flotante, y la mejor manera de asegurar esto es empleando algo parecido a esto:

```
LET a(i) = a(i) + 65537 — 65537
```

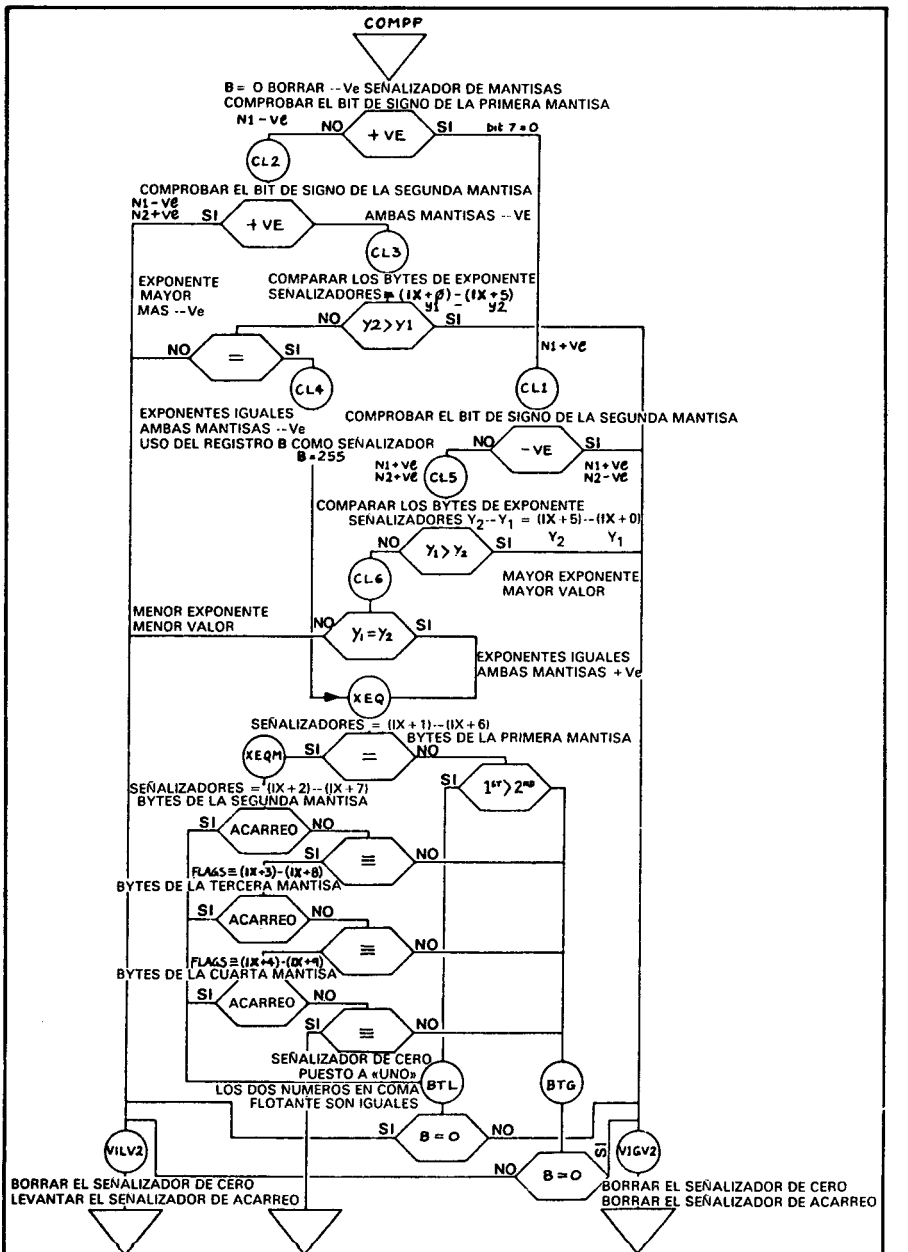


Diagrama de flujo 10.2

Para una lista de *m* entradas, el programa podría ser:

```
FOR n = 1 TO m
LET a (n) = 1000 * a (n) + n + 100 000
NEXT n
LET 1 = USR SORTF
REM a( ):
FOR n = 1 TO m
LET a (n) = a (n) - 100 000
PRINT INT(a(n)/1000); INT(a(n) - 1000*INT(a(n)/1000))
NEXT n
```

el cual escribirá la puntuación seguida del número de jugador. Donde haya dos jugadores con la misma puntuación, éstos estarán ordenados en forma decreciente por sus números de jugador.

Todo lo que se necesita es introducir los datos en a() para empezar y la rutina hará el resto en un abrir y cerrar de ojos.

Capítulo 11

EL TRASPASO DE OTROS PARAMETROS

Hasta aquí tenemos solamente unas cuantas rutinas que pueden ser llamadas desde el BASIC. Es relativamente fácil ensamblarlas de forma separada (con su propia dirección de carga y sus propias copias de las subrutinas comunes), procurando llamar correctamente a cada una cuando sea preciso. Las desventajas de este sistema son evidentes cuando tienen muchas subrutinas en común y éstas se multiplican, por tanto, innecesariamente.

La solución que yo he adoptado se muestra en el *listado 11.1.* Todas las rutinas, etc., están ensambladas juntas (todas las que se necesiten) y son llamadas a través de secuencias de código idénticas, que son todas de la misma longitud.

Primeramente se encuentra el almacenamiento del puntero de pila SP para facilitar el regreso a la línea 2 en caso de error; después, el almacenamiento de todos los registros utilizados, la llamada específica a cada rutina (DRAWL, MAP$, etc.) y finalmente el salto a la etiqueta común de retorno TRAP$, donde los registros son restaurados y se efectúa el retorno RET al BASIC.

Listado 11.1

```
0005        ORG  60000
0010        LD   (ERROR),SP
0015        PUSH AF
0020        PUSH BC
0025        PUSH DE
0030        PUSH HL
0035        PUSH IX
0040        CALL DRAWL
```

```
0045        JP    TRAP$
0050        LD    (ERROR),SP
0055        PUSH  AF
0060        PUSH  BC
0065        PUSH  DE
0070        PUSH  HL
0075        PUSH  IX
0080        CALL  SATTR
0085        JP    TRAP$
0090        LD    (ERROR),SP
0095        PUSH  AF
0100        PUSH  BC
0105        PUSH  DE
0110        PUSH  HL
0115        PUSH  IX
0120        CALL  BLOCK
0125        JP    TRAP$
0130        LD    (ERROR),SP
0135        PUSH  AF
0140        PUSH  BC
0145        PUSH  DE
0150        PUSH  HL
0155        PUSH  IX
0160        CALL  SORTF
0165        JP    TRAP$
0170        LD    (ERROR),SP
0175        PUSH  AF
0180        PUSH  BC
0185        PUSH  DE
0190        PUSH  HL
0195        PUSH  IX
0200        CALL  GCELL
0205        JP    TRAP$
0210        LD    (ERROR),SP
0215        PUSH  AF
0220        PUSH  BC
0225        PUSH  DE
0230        PUSH  HL
0235        PUSH  IX
0240        CALL  MAP$
0245        JP    TRAP$
```

```
0250        LD    (ERROR),SP
0255        PUSH  AF
0260        PUSH  BC
0265        PUSH  DE
0270        PUSH  HL
0275        PUSH  IX
0280        CALL  IVERT
0285        JP    TRAP$
0290        LD    (ERROR),SP
0295        PUSH  AF
0300        PUSH  BC
0305        PUSH  DE
0310        PUSH  HL
0315        PUSH  IX
```

Estas entradas comunes son todas de 16 bytes de longitud y las rutinas pueden llamarse mediante un desplazamiento respecto a la dirección de origen:

DRAWL en USR + 0
SATTR en USR + 16
BLOCK en USR + 32

y así sucesivamente. Un programa BASIC (o solamente su inicio) podría parecerse al *listado 11.2.* Esto tiene la ventaja de que si hay que cambiar la dirección de carga de la rutina, solamente es necesario alterar la línea 10 del programa y que, después de la preparación inicial, las rutinas pueden ser llamadas por sus mnemónicos en vez de hacerlo por los valores numéricos. (Las rutinas SATTR y DRAWL se describen en los capítulos 13 y 14.)

Listado 11.2

```
 1 LET error=0: GO TO 10
 2 PRINT "ERROR =";error: STOP
10 LET base=60000
11 LET drawl=base+0
12 LET sattr=base+16
13 LET block=base+32
14 LET sortf=base+48
15 LET gcell=base+64
16 LET   map=base+80
17 LET ivert=base+96
```

```
 18 LET movec=base+112
 19 LET svert=base+126
 20  LET drawa=base+144
 21 LET demo1=base+160
 22 LET demo2=base+176
 25 GO SUB 70: PAUSE 200: GO SUB 80: GO SUB
  200: GO SUB 300: GO SUB 400: GO SUB
9000: GO TO 21
 30 LET b=250
 41 DIM k$(b,2)
 42 FOR x=1 TO b
 43 LET k$(x,1)= CHR$ 255
 44 LET k$(x,2)= CHR$ 255
 45 NEXT x
 50 LET k=0
 51 LET ol=0
 53 LET l= USR movec
 54 REM LEER POSICION DEL CURSOR
 56 PRINT  AT 0,0;"              ": PRINT  AT
  0,0;l: POKE 23560,255
 57 IF l=ol THEN  LET l=65535
 58  LET k=k+1
 59  LET k$(k,2)= CHR$  INT (l/256)
 60  LET k$(k,1)= CHR$  INT (l-256*( INT
 (l/256)))
 61 IF k=1 THEN  GO TO 58
 62 LET m= USR drawa
 63 REM k$():
 64 LET ol=l
 65 PRINT  AT 0,6;k
 66 GO TO 53
 70 LET l= USR sattr
 71 REM :0,0,15,11,8,
 72 LET l= USR sattr
 73 REM :16,12,31,23,16,
 74 LET l= USR sattr
 75  REM :24,0,31,6,24,
 76 RETURN
 80 LET l= USR map
 81 RETURN
100 LOAD "" CODE : LOAD "" CODE : GO TO 1
```

```
200 DIM a(44)
201 FOR m=1 TO 44
202  LET a(m)= RND *10^( INT ((30* RND )-15))
203 NEXT m
204 GO SUB 220
205 LET l= USR sortf
206 REM a():
207 PAUSE 1
208 GO SUB 220
209 RETURN
220 CLS
221 FOR m=1 TO 44 STEP 2
222 PRINT a(m),a(m+1)
223 NEXT m
224 RETURN
300 PRINT  AT 3,5;"DEMOSTRACION DE COLOR."
301 FOR k=0 TO 255
302 LET l=demo1
303 REM k:0,0,14,7,
304 NEXT k
310  RETURN
400 DIM g(5)
401 FOR g=1 TO 500
402 LET g(5)= INT (255* RND )
403 LET g(3)= INT (31* RND )
404 LET g(4)= INT (23* RND )
405 LET g(1)= INT (g(3)* RND )
406 LET g(2)= INT (g(4)* RND )
407 LET l= USR demo2
408 NEXT g
409 RETURN
9000 POKE 23675,0: POKE 23676,150
9001 FOR x=0 TO 224 STEP 2
9002 LET l= USR gcell
9003 POKE 38400,x
9004 NEXT x: RETURN
```

Ahora debería explicar algo: las sentencias REM en el listado 11.2. Antes, en el Capítulo 9, mostré cómo los NOMBRES de las variables podían ser traspasados pero dejamos a un lado (debido a que era todavía demasiado complicado) el traspaso de valores numéricos y

de cadenas. En el Capítulo 10 utilizamos un nombre de conjunto numérico traspasado para suministrar los punteros necesarios a la rutina SORTF. Ahora vamos a volver a las omisiones del Capítulo 10.

OPARS (Otros parámetros)

Estos parámetros deben ser compatibles con los nombres de parámetros recogidos por PCALL, es decir, que pueden estar presentes en la misma línea REM donde se encuentran los nombres de los parámetros. La manera más fácil de conseguir esto es dividiendo la lista de parámetros en dos partes: primero los nombres, terminados con un carácter de dos puntos, y luego los valores numéricos y cadenas. Puede darse el caso de que no existan nombres de parámetros pero, aun así, deberían mantenerse los dos puntos para señalar el inicio de la parte de valores y cadenas.

Las especificaciones para estos parámetros son:

— Cada elemento, incluido el último, debe terminar con una coma.

— La línea REM debe terminar con un carácter ENTER.

— Los valores son enteros de 16 bits sin signo. (Sus valores pueden encontrarse en las variables VPARO, VPARO + 2, etc.)

— Las cadenas están delimitadas por comillas (») a cada extremo, pueden ser de cualquier longitud y deben terminar con una coma después de las comillas de cierre. No deben contener dobles comillas. La dirección del primer carácter de cada cadena puede hallarse en SPARO, SPARO + 2, etc.

— No se traspasa ningún dato acerca de las posiciones relativas de los valores y cadenas en la lista de parámetros; sólo se guarda constancia de sus posiciones relativas dentro de cada clase.

— Para permitir traspasar el 0 como un valor, se utiliza un byte subsidiario, SBITZ, y tiene los bits 7, 6, ... ajustados al valor 0 ó 1 dependiendo de si VPARO, VPARO + 2, etc., son válidos.

OPARS forzará los siguientes retornos por error:

10 no se ha encontrado el final de la línea REM
11 carácter que no es un dígito, en un número
12 demasiados parámetros (más de 6)
13 falsa lectura de un número
14 número mayor de 65535

Listado 11.3

```
4255 OPARS   LD    HL,SPARO
4260         LD    (SPZ),HL
4265         LD    HL,VPARO
4270         LD    (VPZ),HL
4275         LD    HL,0
4280         LD    (SPARO),HL
4285         LD    HL,SPARO
4290         LD    DE,SPARO+1
4295         LD    BC,SBITZ-SPARO+1
4300         LDIR
4305         LD    HL,(NXTLN)
4310         INC   HL
4315         INC   HL
4320         LD    (VPL+2),HL
4325 VPL     LD    BC,(VPL+2)
4330         INC   HL
4335         INC   HL
4340 GNB1    CALL  GETBY
4345         CP    13
4350         RET   Z
4355         CP    ":"
4360         JR    NZ,GNB1
4365 GNB2    CALL  GETBY
4370         CP    13
4375         RET   Z
4380         CP    " "
4385         JR    Z,GNB2
4390         CP    ","
4395         JR    Z,EOPAR
4400         CP    """"
4405         JP    Z,STSTR
4410         CP    "0"
4415         JP    M,ERX11
4420         CP    ":"
4425         JP    P,ERX11
4430         JR    Z,EOPAR
4435         SUB   "0"
4440         PUSH  HL
4445         PUSH  BC
```

```
4450          OR    A
4455          LD    HL,(NUMB)
4460          ADD   HL,HL
4465          JR    C,ERX14
4470          ADD   HL,HL
4475          JR    C,ERX14
4480          LD    BC,(NUMB)
4485          ADD   HL,BC
4490          JR    C,ERX14
4495          ADD   HL,HL
4500          JR    C,ERX14
4505          LD    B,0
4510          LD    C,A
4515          ADD   HL,BC
4520          JR    C,ERX14
4525          LD    (NUMB),HL
4530          LD    A,1
4535          LD    (NNR),A
4540          POP   BC
4545          POP   HL
4550          JR    GNB2
4555 ERX14    LD    DE,14
4560          CALL  ERREX
4565 EOPAR    PUSH  HL
4570          PUSH  BC
4575          LD    A,(NNR)
4580          CP    0
4585          JP    Z,ERX13
4590          LD    A,(SBITZ)
4595          SRL   A
4600          SET   7,A
4605          LD    (SBITZ),A
4610          LD    HL,(NUMB)
4615          LD    BC,(VPZ)
4620          LD    (VPL2+1),BC
4625 VPL2     LD    (VPL2+1),HL
4630          INC   BC
4635          INC   BC
4640          LD    (VPZ),BC
4645          LD    HL,NUMB+2
4650          OR    A
```

```
4655          SBC   HL,BC
4660          JP    Z,ERX12
4665          LD    HL,0
4670          LD    (NUMB),HL
4675          LD    A,0
4680          LD    (NNR),A
4685          POP   BC
4690          POP   HL
4695          JP    GNB2
4700 STSTR    PUSH  HL
4705          PUSH  BC
4710          EX    DE,HL
4715          LD    BC,(SPZ)
4720          LD    HL,VPARO
4725          OR    A
4730          SBC   HL,BC
4735          JR    Z,ERX12
4740          EX    DE,HL
4745          LD    (VPL3+1),BC
4750 VPL3     LD.   (VPL3+1),HL
4755          INC   BC
4760          INC   BC
4765          LD    (SPZ),BC
4770          POP   BC
4775          POP   HL
4780 RFORC    CALL  GETBY
4785          CP    """"
4790          JR    NZ,RFORC
4795 GNB3     CALL  GETBY
4800          CP    ","
4805          JP    Z,GNB2
4810          CP    13
4815          RET   Z
4820          JR    GNB3
4825 GETBY    DEC   BC
4830          BIT   7,B
4835          JR    NZ,ERX10
4840          LD    A,(HL)
4845          INC   HL
4850          RET
4855 ERX10    LD    DE,10
```

```
4860 ERXAA   CALL ERREX
4865 ERX11   LD   DE,11
4870         JR   ERXAA
4875 ERX12   LD   DE,12
4880         JR   ERXAA
4885 ERX13   LD   DE,13
4890         JR   ERXAA
4895 VPZ     DEFW 0
4900 SPZ     DEFW 0
4905 SPARO   DEFW 0
4910         DEFW 0
4915         DEFW 0
4920         DEFW 0
4925         DEFW 0
4930         DEFW 0
4935 VPARO   DEFW 0
4940         DEFW 0
4945         DEFW 0
4950         DEFW 0
4955         DEFW 0
4960         DEFW 0
4965 NUMB    DEFW 0
4970 NNR     DEFB 0
4975 SBITZ   DEFB 0
4980         DEFW 0
```

Operación

Como que la rutina puede llamarse muchas veces, todo el espacio de trabajo se borra primeramente y los punteros— SPZ para cadenas y VPZ para valores — se ajustan para señalar al inicio de las respectivas listas, SPARO y VPARO.

En VPL, el registro BC se carga con el número de caracteres en la línea de parámetros siguiente a la llamada USR ... y HL se ajusta para señalar al primer byte. GETBY lee los bytes en forma secuencial utilizando HL y decrementando BC (con error 10 si BC se vuelve negativo) el cual está preservado para esta utilización. El carácter leído se almacena en el registro A.

En GNB1 se leen los caracteres hasta que se encuentra un carácter 13 (ENTER) o bien un carácter de dos puntos. Los dos puntos

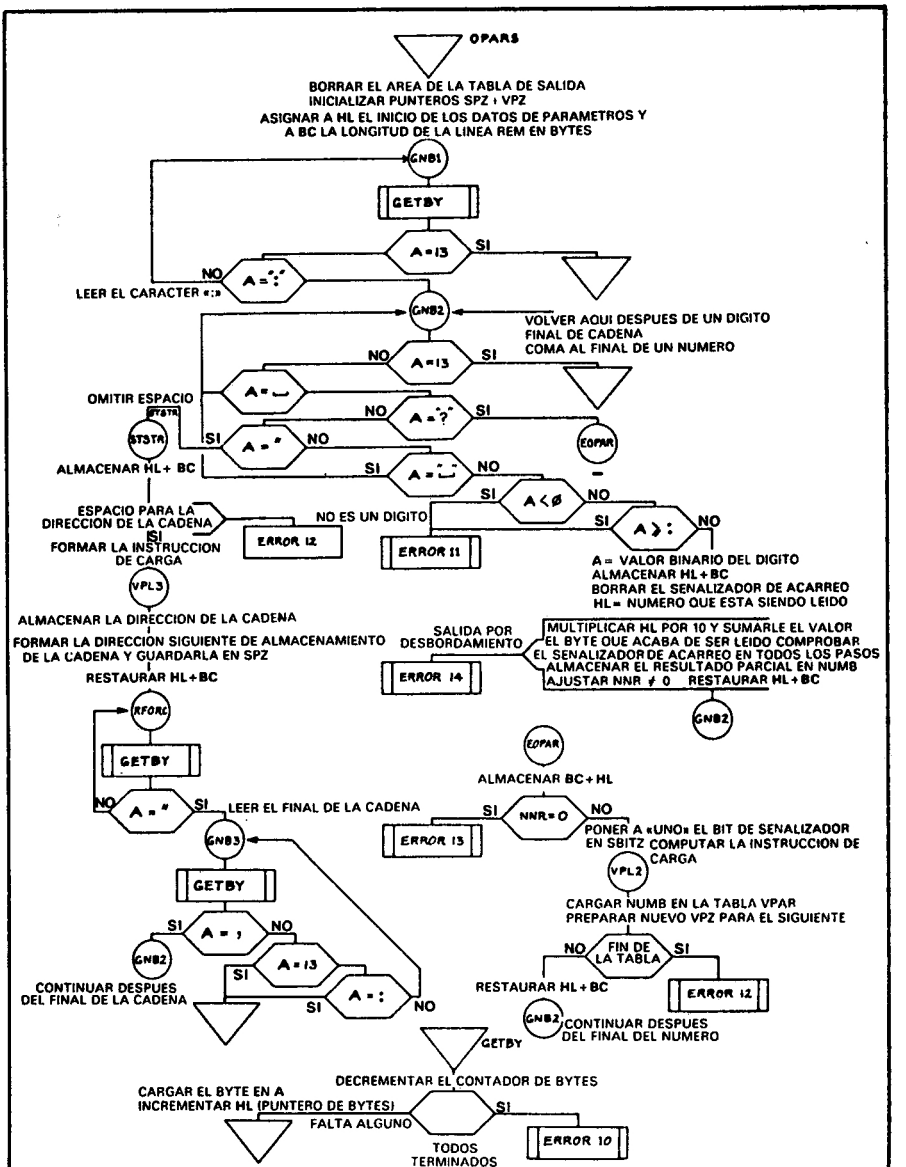


Diagrama de flujo 11.1

marcan el final de la parte de nombres de parámetros, la cual puede estar vacía.

En GNB2 se analizan los caracteres que se encuentran después de los dos puntos. Un carácter 13 termina la rutina. Los espacios son ignorados. Una coma se reconoce como final de parámetro (salto a EOPAR), y las comillas se reconocen como el inicio de una cadena que debe tratarse en STSTR. Todo lo que pueda quedar debe ser un dígito decimal o bien un error.

Números

Los códigos ASCII de los números están dispuestos en forma secuencial desde el 48 decimal para el «0» hasta el 58 dec. para el 9 y los dos puntos tienen el código ASCII 59 en decimal. Restándoles el código del 0 se obtiene una representación binaria válida del dígito obtenido.

Los registros HL y BC se almacenan para la siguiente utilización en GETBY y HL es cargado con NUMB, que contiene el resultado parcial de la evaluación del valor (o cero). HL se multiplica por 10 mediante el desplazamiento y suma y después se le suma A para obtener un nuevo resultado parcial el cual se guarda nuevamente en NUMB. En cada paso se comprueba HL por si se produce un desbordamiento («overflow») de su valor y se genera un error 10 si es preciso. NNR se ajusta a un valor no nulo para indicar que se está leyendo un número y se restauran los registros HL y BC, dispuestos para leer el siguiente byte de entrada.

Fin de parámetro (EOPAR)

Si NNR tiene un valor nulo, una condición de error (doble coma o un valor perdido) provoca la aparición del mensaje de error 13. En otro caso habrá sido leído un número válido y se podrá poner a «1» un nuevo bit de SBITZ. Si el número era cero, la entrada VPAR debería ser también cero. Una entrada no nula no puede utilizarse como comprobación para la presencia de entrada, como se hace en SPAR para las cadenas, ya que 0 es el inicio de la memoria ROM. VPL2 es una instrucción computada que carga HL en la lista VPAR y después se incrementa VPZ en 2 para señalar al elemento de los dos bytes siguientes. Si señala a NUMB + 2, la tabla se ha desbordado y se genera un error 12. NUMB y NNR se borran para quedar listos para el siguiente parámetro de valor.

Nota: La secuencia entre las etiquetas VPZ y SBITZ no debe ser alterada aunque se cambie el número de elementos en las listas VPAR y SPAR.

Inicio de cadenas (STSTR)

HL señala al byte que se encuentra inmediatamente después de las comillas que ha sido leído por GETBY. Se guardan HL y BC, y HL (la dirección del primer carácter de la cadena) se guarda en DE; OR A pone a cero cualquier señalizador de acarreo y se compara SPZ con VPARO, el cual indica el final de la lista SPAR. Si existen demasiados parámetros de cadena, se genera de nuevo un error 12. VPL3 es una instrucción de carga computada del valor restaurado de HL (desde DE) en la tabla de direcciones de las cadenas.

Una vez que la tabla de direcciones de las cadenas se ha cargado, RFORC lee la cadena para localizar las comillas del final y después la coma o bien el carácter 13.

SINOPSIS

OPARS permite traspasar constantes, valores enteros y cadenas desde un programa BASIC a una rutina en código máquina. Estos parámetros deben colocarse en una línea REM después de un carácter de dos puntos.

Capítulo 12

BORRADO DE BLOQUES DE BASIC

Si se desea eliminar un conjunto de líneas de un programa en BASIC, porque hayan quedado obsoletas, por ejemplo, habrá que teclear normalmente cada número de línea por separado lo que puede hacer perder mucho tiempo. Muchos otros microordenadores poseen un comando DELETE a,b o similar, que elimina de una vez las líneas desde la a hasta la b.

La siguiente rutina usa OPARS para borrar cualquier cantidad de líneas de programa. Es aconsejable consultar al Capítulo 24 del manual del Spectrum al seguir la descripción de la rutina. Esta precisa de dos parámetros de valor —ambos números de línea— y borra desde la primera hasta la segunda (pero sin incluirla). La técnica consiste en el borrado de cada línea individualmente seguido del ajuste de VARS. El sistema BASIC debe ser preparado con CLEAR tanto antes como especialmente después de utilizar la rutina.

Primeramente vamos a ver algunas subrutinas para recoger las líneas individuales y examinarlas (véase *Diagrama de Flujo 12.1*). Nótese que existen varias formas de entrar en un bloque común de código.

SUPLN («Set Up LiNe pointers»)

SUPLN ajusta los punteros de las líneas de programa; es utilizada por las otras rutinas para señalar a la primera línea del programa BASIC. Esta y las otras eliminan los contenidos de los registros a la entrada, y las condiciones de salida son las siguientes:

HL	contiene el número de la (nueva) línea
BC	contiene la longitud en bytes de la línea de datos
DE	señala al primer carácter de la línea
Señalizador Z	está a «uno» si no hay más datos

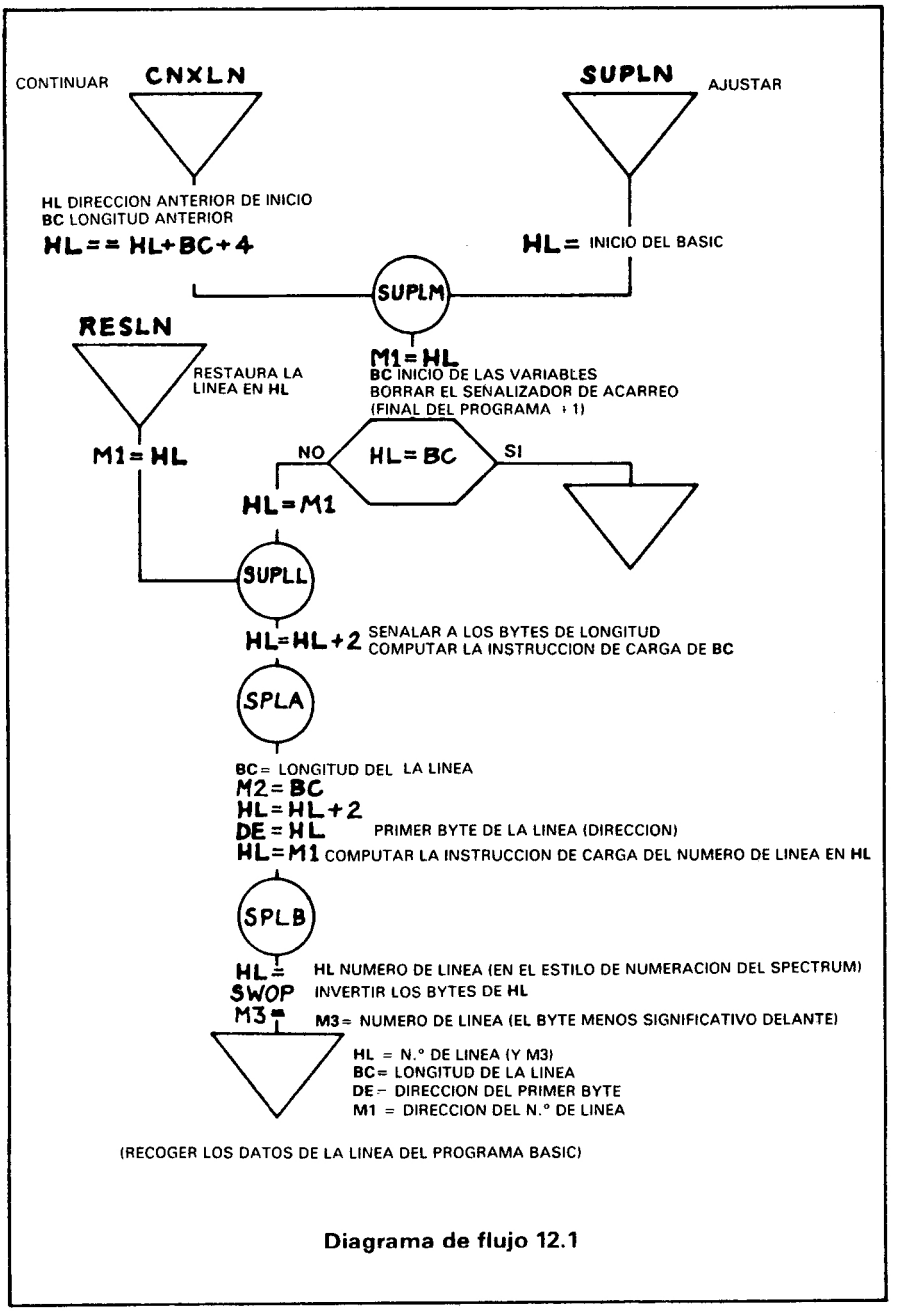


Diagrama de flujo 12.1

Las variables M1, M2, M3, M4 y M5 se utilizan de la forma siguiente:

M1	dirección del primer byte del número de línea
M2	longitud de esta línea en bytes (=BC)
M3	número de esta línea (=HL)
M4-M5	almacenamiento temporal mientras se borra una línea

Listado 12.1

```
4985 SUPLN  LD   HL,(PROG$)
4990 SUPLM  LD   (M1),HL
4995        LD   BC,(VARSS)
5000        OR   A
5005        SBC  HL,BC
5010        RET  Z
5015        LD   HL,(M1)
5020 SUPLL  INC  HL
5025        INC  HL
5030        LD   (SPLA+2),HL
5035 SPLA   LD   BC,(SPLA+2)
5040        LD   (M2),BC
5045        INC  HL
5050        INC  HL
5055        EX   DE,HL
5060        LD   HL,(M1)
5065        LD   (SPLB+1),HL
5070 SPLB   LD   HL,(SPLB+1)
5075        LD   A,H
5080        LD   H,L
5085        LD   L,A
5090        LD   (M3),HL
5095        RET
5100 CNXLN  LD   BC,(M2)
5105        LD   HL,(M1)
5110        ADD  HL,BC
5115        INC  HL
5120        INC  HL
5125        INC  HL
5130        INC  HL
5135        JR   SUPLM
```

```
5140 RESLN  LD    (M1),HL
5145        JR    SUPLL
5150 M1     DEFW  0
5155 M2     DEFW  0
5160 M3     DEFW  0
5165 M4     DEFW  0
5170 M5     DEFW  0
5175 PROG$  EQU   23635
```

CNXLN («Continue with NeXt LiNe»)

(Continúa con la línea siguiente.) Esta subrutina utiliza los registros de forma parecida a SUPLN pero para la siguiente línea de programa. Ajusta HL no a PROG, como hace SUPLN, sino a M1+M2+4, que es el primer byte de la línea siguiente.

RESLN («REStore LiNe»)

(Restaura la línea.) Después de que una línea haya sido borrada, en el lugar donde empezaba aquélla se encuentra ahora el comienzo de la siguiente línea no borrada. RESLN ajusta los registros y las posiciones de memoria de acuerdo con esta nueva línea.

OPERACION DE SUPLN

A la entrada, HL contiene la localización de una línea (inicialmente la primera). Esta dirección se almacena en M1 y se compara con el valor de VARS. Si HL ha alcanzado ya VARS, significa que ya no hay más líneas y se efectúa una instrucción RET Z.

En SUPLL se incrementa HL en dos unidades para señalar a los bytes de longitud de línea, y este valor se almacena en SPLA + 2, que es la segunda mitad de la siguiente instrucción. La instrucción computada en SPLA carga BC con la longitud de la línea actual y la guarda en M2. La instrucción computada en SPLB carga entonces HL con el número de línea, el cual se encuentra en posición invertida y, por tanto, se invierten entre sí los registros H y L y se almacenan en M3, ejecutándose después el retorno. En todas las circunstancias normales, el señalizador Z estará a cero ya que no hay ninguna instrucción que afecte a los señalizadores, aparte de la comprobación

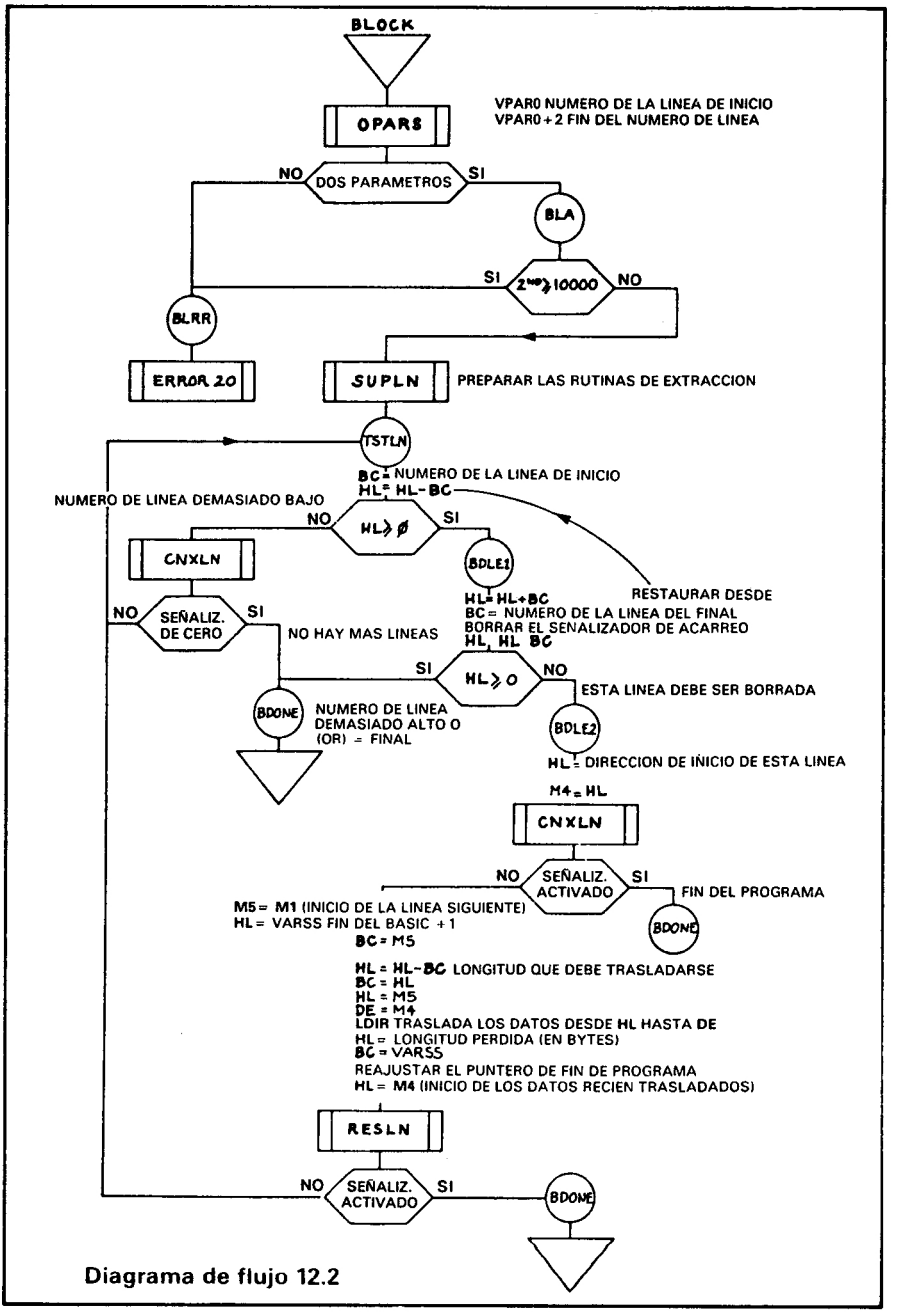


Diagrama de flujo 12.2

de SBC, después de SUPLM. Téngase en cuenta que al entrar en RESLN, el señalizador Z tiene valor cero.

OPERACION DE BLOCK
(Véase Diagrama de flujo 12.2)

BLOCK precisa de dos parámetros, y su llamada se efectúa de la forma siguiente:

LET L = USR...
REM : 174, 8234,

Si el segundo parámetro es menor que el primero, la rutina no hace nada. Se llama a OPARS para leer los dos parámetros, los cuales serán almacenados en VPARO y VPARO + 2 como números de 16 bits.

Se comprueba SBITZ para asegurar que sólo hay dos parámetros (se produce error 20 en cualquier otro caso), y el valor del segundo parámetro se comprueba también para asegurarse de su validez (debe ser menor de 10000). Se llama entonces a SUPLN para señalar a la primera línea BASIC y en TSTLN se compara el número de línea con el valor del primer parámetro. Si el valor es demasiado bajo, se llama a CNXLN para que localice la línea siguiente, y el proceso se repite mientras queden líneas para ser examinadas. Si el número de línea es igual o mayor que el primer parámetro, se produce entonces un salto hacia la rutina BDLE1.

Listado 12.2

```
5180 BLOCK   CALL OPARS
5185         LD   A,(SBITZ)
5190         XOR  128+64
5195         JR   Z,BLA
5200 BLRR    LD   DE,20
5205         CALL ERREX
5210 BLA     LD   HL,(VPARO+2)
5215         LD   BC,10000
5220         OR   A
5225         SBC  HL,BC
5230         JP   P,BLRR
5235         CALL SUPLN
```

```
5240 TSTLN   LD    BC,(VPAR0)
5245         OR    A
5250         SBC   HL,BC
5255         JP    P,BDLE1
5260         CALL  CNXLN
5265         JR    Z,BDONE
5270         JR    TSTLN
5275 BDLE1   ADD   HL,BC
5280         LD    BC,(VPAR0+2)
5285         OR    A
5290         SBC   HL,BC
5295         JP    P,BDONE
5300 BDLE2   LD    HL,(M1)
5305         LD    (M4),HL
5310         CALL  CNXLN
5315         JR    Z,BDONE
5320         LD    HL,(M1)
5325         LD    (M5),HL
5330         LD    HL,(VARSS)
5335         LD    BC,(M5)
5340         OR    A
5345         SBC   HL,BC
5350         PUSH  HL
5355         POP   BC
5360         LD    HL,(M5)
5365         LD    DE,(M4)
5370         LDIR
5375         OR    A
5380         LD    HL,(M5)
5385         LD    BC,(M4)
5390         SBC   HL,BC
5395         PUSH  HL
5400         POP   BC
5405         LD    HL,(VARSS)
5410         SBC   HL,BC
5415         LD    (VARSS),HL
5420         LD    HL,(M4)
5425         CALL  RESLN
5430         JR    NZ,TSTLN
5435 BDONE   RET
```

BDLE1

El número de línea se compara con el valor del segundo parámetro, la línea límite superior. Si es menor que este límite, la línea debe ser eliminada mediante BDLE2; en otro caso, la rutina sale en BDONE hacia el cruel y frío mundo del programa BASIC acortado.

BDLE2

La línea debe ser borrada. La dirección de inicio se guarda en M4, y se llama a CNXLN para determinar la dirección de inicio y la presencia de la línea siguiente. BLOCK, específicamente, NO borrará la última línea del programa BASIC.

Se carga BC con el número de bytes que deben ser retenidos (desde el inicio de la línea recogida por CNXLN hasta la dirección en VARS) y se preparan DE y HL para que la instrucción LDIR desplace todo el conjunto de forma que cubra a la línea eliminada.

VARS se reduce entonces según la longitud de la línea eliminada y se llama a RESLN (con el señalizador Z a cero).

El proceso se repite en TSTLN, donde se comprueba la siguiente línea y se borra si es necesario.

Capítulo 13

AREA DE ATRIBUTOS

El área de atributos controla los colores de tinta y papel («INK» y «PAPER») y las características de brillo y parpadeo («BRIGHT» y «FLASH») de cada carácter de la pantalla. Estos atributos están dispuestos en forma secuencial a partir de la posición 22528, en forma de 24 filas de 32 columnas. Esta rutina permite alterar todos o algunos de los atributos en un área rectangular especificando el límite superior izquierdo y el inferior derecho del área deseada, junto con el byte de atributo requerido.

La llamada es de la forma:

LET L = USR...
REM : X_t, Y_t, X_b, Y_b, A,

El valor de las X debe estar comprendido entre 0 y 31, y el de las Y entre 0 y 23. El valor A (atributo) es un número decimal, según la *Figura 13.1,* que define las características que van a ser presentadas en pantalla. Recuérdese que es posible ocultar el contenido de la pantalla ajustando al mismo color la tinta y el papel, revelándose posteriormente el contenido al cambiar uno de los dos colores.

En la rutina pueden generarse dos errores:

30 límite superior izquierdo más bajo o más a la derecha que el límite inferior derecho.

31 alguno de los recuadros especificados se encuentra fuera del área de atributos.

OPERACIÓN (Ver Diagrama de Flujo 13.1)

OPARS recoge los valores que se suponen presentes, y se calcula STRTA como la dirección del primer byte de atributos que debe ser cargado.

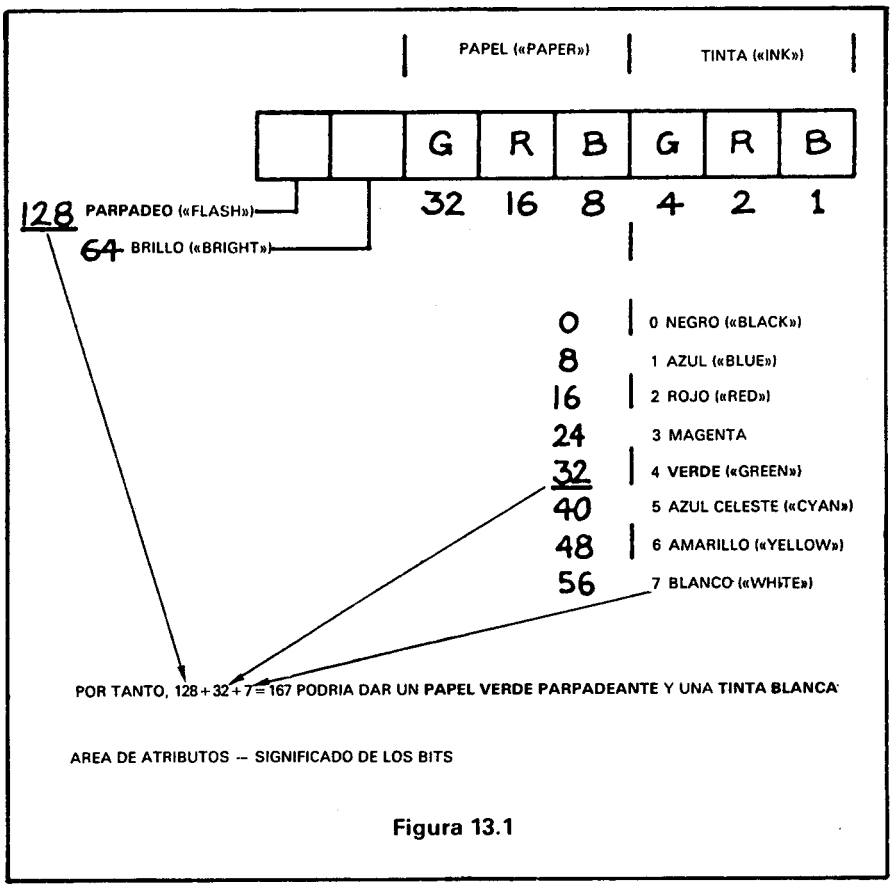


Figura 13.1

CDIFF contiene la diferencia de + 1 en las columnas (valores X) especificados y RDIFF la diferencia de + 1 en las filas. Si los valores de fila o de columna son los mismos, se podrá tratar una sola fila o columna. Cuando se efectúen varias llamadas, recuerde que si el límite inferior derecho de una coincide con el límite superior izquierdo de otra, se producirá un solapado entre ambos, siendo el anterior carácter sobreescrito por el último.

Una vez que RDIFF y CDIFF han sido ajustados, el bucle doble de la rutina ATTRL F 13 escribe las RDIFF filas de CDIFF atributos. Cada fila de atributos comienza 32 bytes después del inicio de la fila anterior y no hay que tratar con las complicaciones del trazado «pixels» (PLOT).

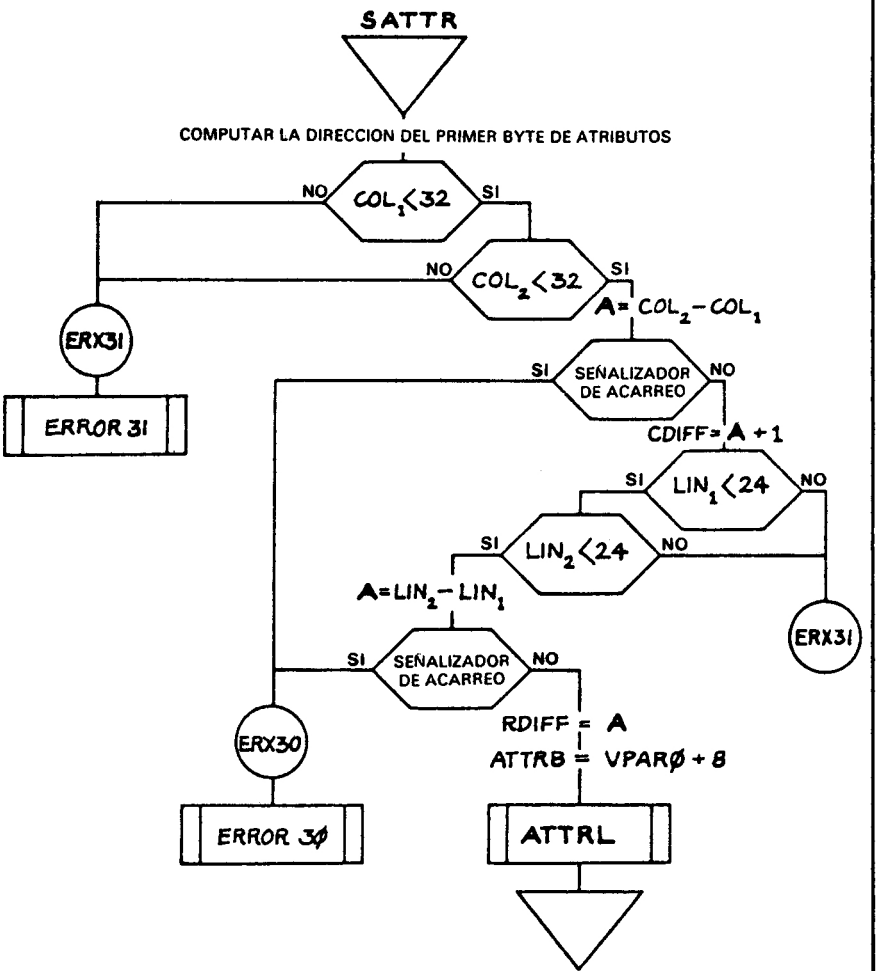


Diagrama de flujo 13.1

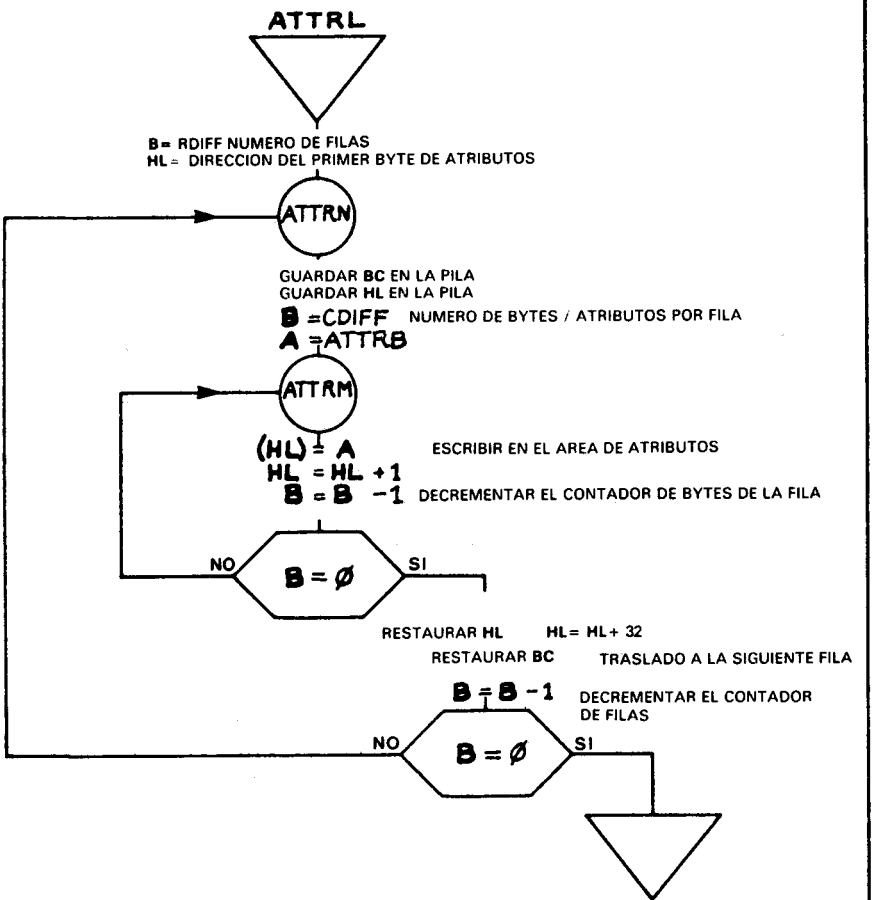


Diagrama de flujo 13.2

Listado 13.1

```
5510 SATTR   CALL OPARS
5515         LD   HL,(VPARO+2)
5520         ADD  HL,HL
5525         ADD  HL,HL
5530         ADD  HL,HL
5535         ADD  HL,HL
5540         ADD  HL,HL
5545         LD   BC,(VPARO)
5550         ADD  HL,BC
5555         LD   BC,16384+6144
5560         ADD  HL,BC
5565         LD   (STRTA),HL
5570         LD   A,(VPARO)
5575         CP   32
5580         JP   P,ERX31
5585         LD   B,A
5590         LD   A,(VPARO+4)
5595         CP   32
5600         JP   P,ERX31
5605         SUB  B
5610         JR   C,ERX30
5615         INC  A
5620         LD   (CDIFF),A
5625         LD   A,(VPARO+2)
5630         CP   24
5635         JP   P,ERX31
5640         LD   B,A
5645         LD   A,(VPARO+6)
5650         CP   24
5655         JP   P,ERX31
5660         SUB  B
5665         JR   C,ERX30
5670         INC  Á
5675         LD   (RDIFF),A
5680         LD   A,(VPARO+8)
5685         LD   (ATTRB),A
5690         CALL ATTRL
5695         RET
5700 ATTRB   DEFB 0
```

```
5705 CDIFF   DEFB 0
5710 RDIFF   DEFB 0
5715 STRTA   DEFW 0
5720 ERX30   LD   DE,30
5725         CALL ERREX
5730 ERX31   LD   DE,31
5735         CALL ERREX
```

Listado 13.2

```
5740 ATTRL   LD   A,(RDIFF)
5745         LD   B,A
5750         LD   HL,(STRTA)
5755 ATTRN   PUSH BC
5760         PUSH HL
5765         LD   A,(CDIFF)
5770         LD   B,A
5775         LD   A,(ATTRB)
5780 ATTRM   LD   (HL),A
5785         INC  HL
5790         DJNZ ATTRM
5795         POP  HL
5800         LD   BC,32
5805         ADD  HL,BC
5810         POP  BC
5815         DJNZ ATTRN
5820         RET
```

Capítulo 14

GRAFICOS EN ALTA RESOLUCION

El Spectrum tiene una resolución en pantalla de 256 «pixels» horizontales por 192 verticales. En este capítulo se presentan rutinas para trazar líneas y mover un cursor a través de ellas, así como un programa elemental de dibujo.

La única forma de trazar una línea entre dos puntos de la pantalla del Spectrum es dibujar, punto por punto, mediante PLOT, todos los puntos posibles en la línea entre X_1, Y_1 y X_2, Y_2, efectuándolo preferiblemente de una forma rápida.

Una manera de hacer esto que produce unos resultados razonables es la siguiente: encontrando incrementos DX y DY, no necesariamente enteros o positivos en X e Y que puedan ser sumados repetidamente a X_1, Y_1 para que la línea formada se dirija a X_2, Y_2. Esto es, en principio, lo que sucede cuando se dibuja una línea con una regla en un papel cuadriculado.

Los problemas aparecen ahora. ¿Cómo vamos a manejar las fracciones si hasta ahora sólo hemos tratado con números enteros? ¡No se asuste! La respuesta no está en los números en coma flotante sino en el sistema de escalado.

El escalado es una técnica muy utilizada en la programación en lenguaje máquina para manejar valores distintos al byte o palabra normales de la máquina. A título de ejemplo, tomaremos los puntos X e Y de la pantalla como números de 16 bits. El byte más significativo representará los puntos reales que pueden ser trazados y el byte menos significativo representará las partes fraccionales que no pueden trazarse.

Tomamos las diferencias aritméticas (con signo) entre las X y entre las Y y dividimos cada una de ellas por 256 (mediante el cambio de signo del byte) para generar las diferencias DX y DY. Esto funciona debido a que la máxima diferencia entre dos X_s es de 255 pero

recordemos que hay que tratar a DX y DY como valores de 16 bits y tener en cuenta su signo en el byte más significativo. Para reducir el trabajo al trazado (PLOT), DX y DY se desplazan a la izquierda hasta que su dígito más significativo representa una cuarta parte de un punto. Cuanto más discontinua sea la línea resultante menos tiempo requerirá. La elección es suya y debería realizar pruebas modificando la rutina SDIFF que ajusta DX y DY antes de ser utilizados

Listado 14.1

```
5825 PLINE  CALL OPARS
5830        LD   A,(VPARO)
5835        LD   B,A
5840        LD   A,(VPARO+2)
5845        LD   C,A
5850        LD   A,(VPARO+4)
5855        LD   D,A
5860        LD   A,(VPARO+6)
5865        LD   E,A
5870 XLINE  LD   (YO+1),BC
5875        LD   (XO),BC
5880        LD   (Y1+1),DE
5885        LD   (X1),DE
5890        LD   A,O
5895        LD   (XO),A
5900        LD   (X1),A
5905        LD   (YO),A
5910        LD   (Y1),A
5915        LD   (DX),A
5920        LD   HL,(X1+1)
5925        LD   BC,(XO+1)
5930        OR   A
5935        SBC  HL,BC
5940        LD   (DX),HL
5945        LD   (OLDDX),HL
5950        LD   HL,(Y1+1)
5955        LD   BC,(YO+1)
5960        OR   A
5965        SBC  HL,BC
5970        LD   (DY),HL
5975        LD   (OLDDY),HL
```

```
5980          CALL SDIFF
5985 NPOIN    LD   A,(YO+1)
5990          LD   B,A
5995          LD   D,A
6000          LD   A,(XO+1)
6005          LD   C,A
6010          LD   E,A
6015          CALL PLOT
6020 INVPT    OR   (HL)
6025          LD   (HL),A
6030          CALL LPOIN
6035          RET  Z
6040 GNXPT    LD   HL,(XO)
6045          LD   BC,(OLDDX)
6050          ADD  HL,BC
6055          LD   (XO),HL
6060          LD   HL,(YO)
6065          LD   BC,(OLDDY)
6070          ADD  HL,BC
6075          LD   (YO),HL
6080          LD   A,(YO+1)
6085          CP   D
6090          JR   NZ,NPOIN
6095          LD   A,(XO+1)
6100          CP   E
6105          JR   Z,GNXPT
6110          JR   NPOIN
6115 LPOIN    LD   A,(XO+1)
6120          LD   B,A
6125          LD   A,(X1+1)
6130          CP   B
6135          RET  NZ
6140          LD   A,(YO+1)
6145          LD   B,A
6150          LD   A,(Y1+1)
6155          CP   B
6160          RET
6165 YO       DEFW 0
6170 XO       DEFW 0
6175 Y1       DEFW 0
6180 X1       DEFW 0
```

```
6185 DX      DEFW 0
6190 DY      DEFW 0
6195 OLDDX   DEFW 0
6200 OLDDY   DEFW 0
6205 SDIFF   LD   A,(DX)
6210         LD   B,A
6215         LD   A,(DY)
6220         CP   B
6225         RET  Z
6230 SDIFH   LD   HL,(DX)
6235 SDIFG   LD   A,H
6240         CP   0
6245         JR   Z,SDIFA
6250         CP   255
6255         RET  NZ
6260 SDIFA   LD   HL,(DY)
6265         LD   A,H
6270         CP   0
6275         JR   Z,SDIFB
6280         CP   255
6285         RET  NZ
6290 SDIFB   ADD  HL,HL
6295         LD   (DY),HL
6300         SRA  H
6305         RR   L
6310         LD   (OLDDY),HL
6315         LD   HL,(DX)
6320         ADD  HL,HL
6325         LD   (DX),HL
6330         SRA  H
6335         RR   L
6340         LD   (OLDDX),HL
6345         JR   SDIFH
```

OPERACION DE PLINE

Tal como está escrita, PLINE espera encontrar cuatro parámetros de valores en la sentencia REM, que especifiquen los puntos X_1, Y_1 y X_2, Y_2 entre los cuales debe ser trazada la línea. Estos valores son recogidos por OPARS y se cargan en BC y DE sin comprobar su validez en BC y en DE.

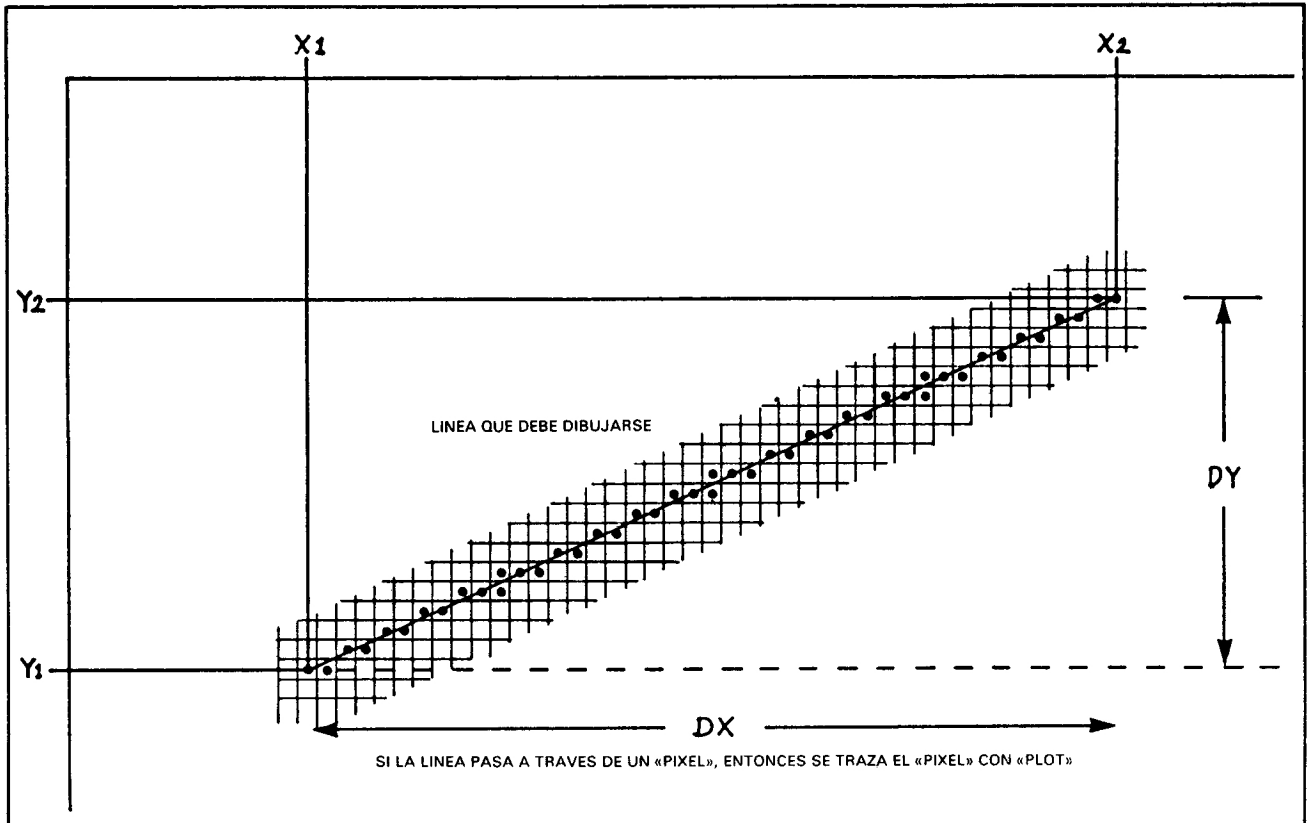

X1
X2
Y2
Y1
LINEA QUE DEBE DIBUJARSE
DY
DX
SI LA LINEA PASA A TRAVES DE UN «PIXEL», ENTONCES SE TRAZA EL «PIXEL» CON «PLOT»

Figura 14.1

XLINE

XLINE es otra entrada a la rutina utilizada por DRAWL (véase más adelante) que traza una serie de líneas. B, C, D, E se cargan en los bytes más significativos de X_0, Y_0, X_1 e Y_1 y los bytes menos significativos son borrados. Obsérvese cuidadosamente cómo se realiza el almacenamiento el cual *no debe alterarse* ya que, de otra forma, se precisarían más instrucciones.

X_1 y X_0 se cargan en los bytes «bajos» de HL y BC, los bytes «altos» son cero y DX es un valor de 16 bits con signo formado por $X_1 - X_0$. El byte «alto» es cero o bien todo «unos».

De forma similar, DY se forma a partir de $Y_1 - Y_0$. La subrutina SDIFF produce los valores de DX y DY tan grandes como sea posible pero no más de un cuarto de un elemento de imagen («pixel»), y coloca sus valores en OLDDX y OLDDY.

NPOIN

Aquí es donde se dibuja el punto siguiente. BC (y DE) se cargan con las coordenadas Y en B, X en C y se llama a PLOT. INVPT, que puede ser una instrucción OR o XOR, modifica el contenido de la memoria de pantalla (buffer). X_0 e Y_0, como números de 16 bits, se incrementan con los valores fraccionarios de OLDDX y OLDDY hasta que los nuevos X_0 o Y_0 difieran de los antiguos valores almacenados en DE.

Este nuevo punto calculado se dibuja y se repite el proceso hasta que el punto dibujado coincide con X_1 Y_1, donde la subrutina NPG retorna con el señalizador Z a «uno».

SDIFF

Todo esto está hecho en forma de remiendos pero puede ser mejorado. DX y DY pueden ser desplazados a la izquierda mientras sus bytes más significativos sean todos ceros o todos unos y desplazados después dos lugares a la derecha.

Ahora podemos ya dibujar una línea entre dos puntos. Probablemente no lo utilizará usted mucho ya que el próximo paso es aún más interesante.

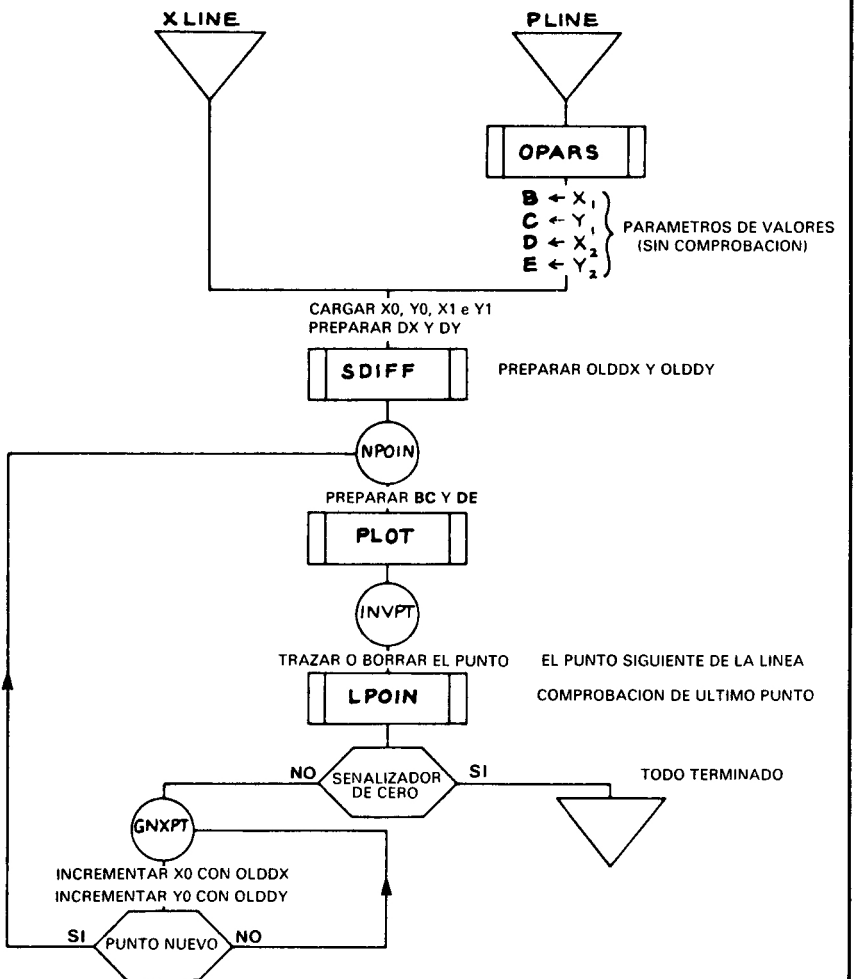


Diagrama de flujo 14.1

Listado 14.2

```
6350 DRAWL   CALL DPARS
6355         LD   HL,(SPARO)
6360         CALL GVAL8
6365         RET  C
6370         LD   B,A
6375         CALL GVAL8
6380         RET  C
6385         LD   C,A
6390 DRNXP   CALL GVAL8
6395         RET  C
6400         LD   D,A
6405         CALL GVAL8
6410         RET  C
6415         LD   E,A
6420         PUSH HL
6425         CALL XLINE
6430         POP  HL
6435         PUSH DE
6440         POP  BC
6445         JR   DRNXP
6450 GVAL8   PUSH BC
6455         PUSH DE
6460 NBY     LD   A,(HL)
6465         INC  HL
6470         CP   """"
6475         JR   Z,JRCX
6480         CP   ","
6485         JR   Z,JRVX
6490         SUB  "0"
6495         LD   B,A
6500         LD   A,(BYTEV)
6505         SLA  A
6510         SLA  A
6515         LD   C,A
6520         LD   A,(BYTEV)
6525         ADD  C
6530         SLA  A
6535         ADD  B
6540         LD   (BYTEV),A
```

```
6545          JR    NBY
6550 JRVX     LD    A,(BYTEV)
6555          LD    B,A
6560          LD    A,0
6565          LD    (BYTEV),A
6570          LD    A,B
6575          OR    A
6580          POP   DE
6585          POP   BC
6590          RET
6595 JRCX     SCF
6600          POP   DE
6605          POP   BC
6610          RET
6615 BYTEV    DEFB  0
```

DRAWL
Trazado de una lista de líneas

DRAWL tiene sólo un parámetro: una cadena cuyo contenido es una lista de dígitos y comas interpretados como pares X e Y que la rutina traza desde el par 1 al 2, desde éste al 3, y así sucesivamente hasta el final de la lista. Nótese que no se comprueba la validez de los valores, excepto cuando GVAL8 pasa solamente los 8 bytes menos significativos de cualquier valor que encuentre. Estas comprobaciones pueden ser insertadas si se desea.

OPARS recoge un parámetro de la cadena y GVAL8 recupera los valores de los bytes desde la cadena en una forma muy primitiva de cargar C, B, E, D con la llamada a XLINE para trazar la línea desde BC a DE.

DE se traspasa a BC y se carga DE con la siguiente posición del punto, trazándose a continuación la línea entre BC y DE. El proceso continúa hasta que GVAL8 sale con el señalizador de acarreo a uno, como consecuencia del fin de los datos de la cadena.

GVAL8

La entrada se produce con HL apuntando al parámetro de cadena. Se carga A con el siguiente carácter que se supone debe ser:

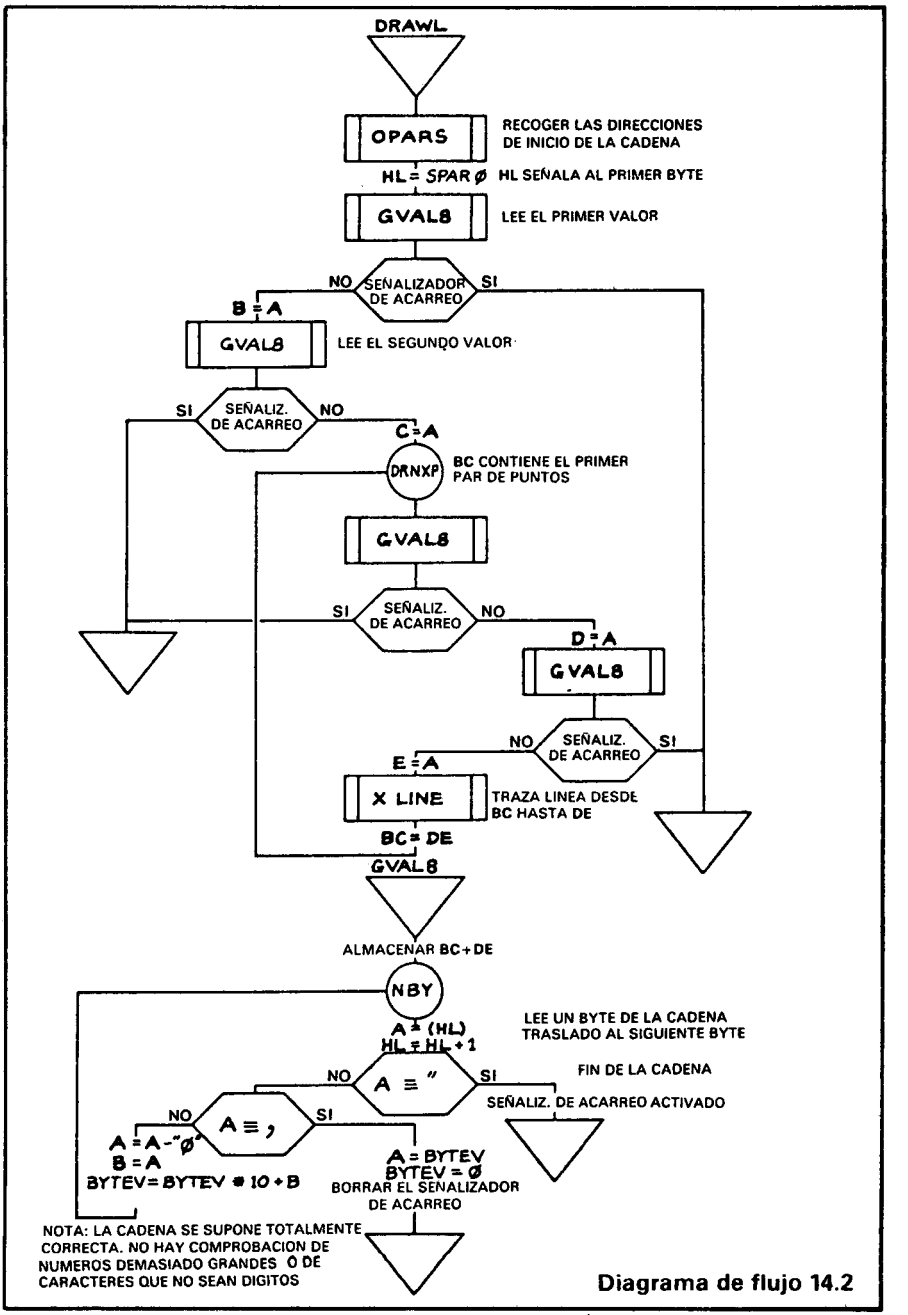


Diagrama de flujo 14.2

— Un carácter de comillas indicando el final de la cadena.
— Un carácter de coma, indicando el final de un valor.
— Un dígito. Los caractéres que no son dígitos no son rechazados sino macerados.

BYTEV: BYTe EValuado

Esto se efectúa desplazando y sumando para multiplicar por 10 y sumando después el valor binario del carácter que se supone un dígito. No hay comprobaciones y el proceso sigue hasta que se lee una coma.

Ahora que ya podemos trazar líneas, ¿qué hay del borrado de las mismas? Esto no es excesivamente difícil. Cambiando el OR (HL) en INVPT a XOR (HL), todo funcionará bien siempre y cuando sigamos los pasos con precisión. Debido a que hay, o debe haber, muchos puntos donde debe realizarse este cambio, la subrutina IVERT contiene una lista de bytes que deben cambiarse. Cada llamada a IVERT cambia y vuelve a cambiar los mismos. Para aquellos que se pierdan, existe SVERT que prepara todas las opciones en OR para el dibujo.

Listado 14.3

```
6620 IVERT   LD    A,(INVPT)
6625         LD    B,A
6630         LD    A,(CHNGE)
6635         LD    (INVPT),A
6640         LD    (INVRX),A
6645         LD    A,B
6650         LD    (CHNGE),A
6655         RET
6660 CHNGE   XOR   (HL)
6665 SVERT   LD    A,(INVPT)
6670         LD    B,A
6675         LD    A,(XOROP)
6680         CP    B
6685         RET   NZ
6690         CALL  IVERT
6695         RET
6700 XOROP   XOR   (HL)
```

MOVEC

Esta rutina de movimiento del cursor opera mediante el trazado y borrado de un rombo de puntos. Para un movimiento más rápido, debe incrementarse la posición del cursor en más de un elemento de imagen (un «pixel») o saltar cada vez un recuadro de carácter.

La base es una llamada a IFKEY que opera de la forma siguiente:

Las teclas 5, 6, 7 y 8 mueven el cursor en las direcciones obvias.
s («slow») conecta el movimiento lento.
f («fast») conecta el movimiento rápido.
x conecta el modo de paso a paso.
p hace salir la rutina y entrega la posición del cursor.

Todas estas teclas deben pulsarse en posición de minúsculas.

Una llamada LET L = USR ... asigna a L, cuando se pulsa la tecla «p», la posición del cursor, que puede ser descifrada por el programa BASIC. La pulsación prolongada de la tecla produce salidas repetidas de la misma posición. A la primera llamada, el cursor está posicionado cerca del centro de la pantalla pero las repetidas llamadas recuperan la última posición conocida del cursor.

Listado 14.4

```
6705 MOVEC   CALL SVERT
6710         CALL CURSR
6715         CALL IVERT
6720 MFAST   LD   A,1
6725         LD   (23561),A
6730         LD   (23562),A
6735 CIFKE   CALL IFKEY
6740         DEFB "8"
6745         JP   MRGHT
6750         DEFB "5"
6755         JP   MLEFT
6760         DEFB "7"
6765         JP   MUPUP
6770         DEFB "6"
6775         JP   MDOWN
6780         DEFB "p"
6785         JP   MEXIT
```

```
6790          DEFB "f"
6795          JP   MFAST
6800          DEFB "s"
6805          JP   MSLOW
6810          DEFB "x"
6815          JP   MSTEP
6820          NOP
6825 MSTEP    LD   A,255
6830          LD   (23561),A
6835 MFASU    LD   (23562),A
6840          JR   CIFKE
6845 MSLOW    LD   A,10
6850          JR   MFASU
6855 MRGHT    LD   A,(CURSX)
6860 MRL1     INC  A
6865          CP   253
6870          JR   Z,MRLA
6875          LD   (CURSX),A
6880          JR   CIFKP
6885 MLEFT    LD   A,(CURSX)
6890 MRLA     DEC  A
6895          CP   2
6900          JR   Z,MRL1
6905          LD   (CURSX),A
6910          JR   CIFKP
6915 MUPUP    LD   A,(CURSY)
6920 MUPL1    DEC  A
6925          CP   2
6930          JR   Z,MDWNA
6935          LD   (CURSY),A
6940          JR   CIFKP
6945 MDOWN    LD   A,(CURSY)
6950 MDWNA    INC  A
6955          CP   188
6960          JR   Z,MUPL1
6965          LD   (CURSY),A
6970          JR   CIFKP
6975 CURSX    DEFB 125
6980 CURSY    DEFB 88
6985 CIFKP    CALL CROSS
6990          CALL IVERT
```

```
6995          CALL  CURSR
7000          CALL  IVERT
7005          JR    CIFKE
7010 PLOA     DEFB  254
7015          DEFB  254
7020 PLOB     DEFB  254
7025          DEFB  +2
7030 PLOC     DEFB  +2
7035          DEFB  +2
7040 PLOD     DEFB  +2
7045          DEFB  254
7050 PLOAT    DEFW  0
7055 PLOBT    DEFW  0
7060 PLOCT    DEFW  0
7065 PLODT    DEFW  0
7070 CURSR    LD    BC,(CURSX)
7075          LD    HL,(PLOA)
7080          ADD   HL,BC
7085          LD    (PLOAT),HL
7090          LD    HL,(PLOB)
7095          ADD   HL,BC
7100          LD    (PLOBT),HL
7105          LD    HL,(PLOC)
7110          ADD   HL,BC
7115          LD    (PLOCT),HL
7120          LD    HL,(PLOD)
7125          ADD   HL,BC
7130          LD    (PLODT),HL
7135          CALL  CROSS
7140          RET
7145 CROSS    LD    BC,(PLODT)
7150          CALL  XPLOT
7155          LD    BC,(PLOBT)
7160          CALL  XPLOT
7165          LD    BC,(PLOAT)
7170          CALL  XPLOT
7175          LD    BC,(PLOCT)
7180          CALL  XPLOT
7185          RET
7190 XPLOT    CALL  PLOT
7195 INVRX    OR    (HL)
```

```
7200          LD    (HL),A
7205          RET
7210 MEXIT    CALL  SVERT
7215          POP   IX
7220          POP   HL
7225          POP   DE
7230          POP   BC
7235          LD    BC,(CURSX)
7240          LD    A,5
7245          LD    (23562),A
7250          LD    A,35
7255          LD    (23561),A
7260          JP    TRAT$
```

OPERACION DE MOVEC

Esta rutina es tan sencilla que no es necesario dibujar su diagrama de flujo sino que trabajaremos directamente sobre el listado.

SVERT ajusta la rutina de trazado a un estado conocido y después se ajustan también las variables REPDEL y REPPER a sus valores mínimos para conseguir el movimiento más rápido posible. La posición inicial del cursor se dibuja con una llamada a CURSR. Se llama entonces a IVERT para que la siguiente llamada borre la posición actual del cursor antes de dibujar la segunda posición. Esto produce un movimiento bastante regular.

La rutina IFKEY espera ahora a que se produzca la pulsación de una de las letras minúsculas del menú. Las teclas del cursor 5, 6, 7 y 8 provocan saltos a MLEFT, MRIGHT, MUPUP y MDOWN, donde los bytes de posición del cursor CURSX y CURSY se modifican adecuadamente y se impide que puedan salir fuera de la pantalla. Se borra la antigua posición y se traza la nueva antes de retornar a CIFKE para la siguiente pulsación de tecla.

Las teclas x, s y f cargan REPPER con el valor adecuado. Nótese que un elemento de imagen (un «pixel») cubre verticalmente tres líneas de exploración del televisor.

OTROS DETALLES

PLOA, PLOB, PLOC y PLOD definen los cuatro puntos del rombo respecto a la posición del cursor para que los puntos actuales puedan

definirse con la adición de CURSX, considerado con CURSY, como un valor de dos bytes para estos cuatro puntos. Estas adiciones dan como resultado los puntos PLOAT, PLOBT, PLOCT y PLODT que son luego trazados y borrados por CROSS y XPLOT (de acuerdo con el estado de INVRX, que es ajustado por IVERT o SVERT).

Cuando se pulsa la tecla «p», la rutina sale a través de MEXIT, la cual restaura los registros, excepto BC, en el que se coloca la posición del cursor. Como ya es normal en mis rutinas, las posiciones de las declaraciones de bytes o palabras son importantes.

DRAWA: Trazado de matriz

Con esta subrutina y MOVEC se puede construir un sencillo programa de dibujo como se indica en el *listado 14.5b.*

DRAWL busca sus datos como valores de puntos en una lista de parámetros localizada en una línea REM. DRAWA es una variación sobre el mismo tema pero, en este caso, los datos se encuentran en una matriz bidimensional que puede ser definida como:

```
DIM   ?$ ( ... , 2)
```

donde «?» significa cualquier referencia válida para una matriz y «...» es tan grande como se precise. El par de caracteres ?$ (p,1) y ?$ (p,2) contiene los valores X e Y para el trazado del punto *p* como valores de un byte. Si el valor Y sale fuera de la pantalla, el punto se omite. Esto permite interrumpir la secuencia de la línea cuando sea necesario. La inserción de puntos fuera de la pantalla es un asunto de conveniencia.

Listado 14.5a

```
7265 DRAWA   CALL PCALL
7270         LD   HL,(PARMO)
7275         LD   (DPL+1),HL
7280 DPL     LD   A,(DPL+1)
7285         AND  128+64+32
7290         CP   128+64
7295         JR   Z,DL1
7300 ERX40   LD   DE,40
7305         CALL ERREX
7310 DL1     LD   HL,(DPL+1)
```

```
7315          INC  HL
7320          LD   (DPLB+2),HL
7325 DPLB     LD   BC,(DPLB+2)
7330          INC  HL
7335          INC  HL
7340          LD   A,(HL)
7345          CP   2
7350          JR   Z,DL2
7355 ERX41    LD   DE,41
7360          CALL ERREX
7365 DL2      INC  HL
7370          INC  HL
7375          INC  HL
7380          LD   A,(HL)
7385          CP   2
7390          JR   NZ,ERX42
7395          INC  HL
7400          LD   A,(HL)
7405          CP   0
7410          JR   NZ,ERX42
7415          INC  HL
7420          PUSH HL
7425          LD   HL,-6
7430          ADD  HL,BC
7435          PUSH HL
7440          POP  BC
7445          POP  HL
7450 NXPPR    LD   (DPLC+2),HL
7455          INC  HL
7460          INC  HL
7465          LD   (DPLD+2),HL
7470          DEC  BC
7475          DEC  BC
7480          BIT  7,B
7485          RET  NZ
7490          PUSH BC
7495          PUSH HL
7500 DPLC     LD   BC,(DPLC+2)
7505          LD   A,B
7510          LD   B,C
7515          LD   C,A
```

```
7520 DPLD    LD    DE,(DPLD+2)
7525         LD    A,D
7530         LD    D,E
7535         LD    E,A
7540         LD    A,E
7545         AND   128+64
7550         CP    128+64
7555         JR    Z,EXT
7560         LD    A,C
7565         AND   128+64
7570         CP    128+64
7575         JR    Z,EXT
7580         CALL  XLINE
7585 EXT     POP   HL
7590         POP   BC
7595         JR    NXPPR
7600 ERX42   LD    DE,42
7605         CALL  ERREX
```

Listado 14.5b

```
30 LET b=250
41 DIM k$(b,2)
42 FOR x=1 TO b
43 LET k$(x,1)= CHR$ 255
44 LET k$(x,2)= CHR$ 255
45 NEXT x
50 LET k=0
51 LET o1=0
53 LET l= USR movec
54 REM LEER POSICION DEL CURSOR
56 PRINT  AT 0,0;"            ": PRINT  AT 0,
0;l: POKE 23560,255
57 IF l=o1 THEN  LET l=65535
58  LET k=k+1
59  LET k$(k,2)= CHR$  INT (l/256)
60  LET k$(k,1)= CHR$  INT (l-256*( INT (l/
256)))
61 IF k=1 THEN  GO TO 58
62 LET m= USR drawa
```

```
63 REM k$():
64 LET ol=1
65 PRINT  AT 0,6;k
66 GO TO 53
```

OPERACION DE DRAWA

PCALL localiza el parámetro de la sentencia REM y se utiliza sólo el primer parámetro. Se comprueba que sea una matriz o conjunto de caracteres exactamente como está especificado. Se produce un error 40 si no es una matriz de caracteres, un error 41 si no es bidimensional y un error 42 si la segunda dimensión no es dos.

En NXPPR se obtiene el siguiente (o primer) par de puntos. HL señala al primer par de bytes. DPLC es una instrucción de carga computada, HL se adelanta dos bytes más y DPLD carga el siguiente par en DE mediante otra instrucción computada. Este será el primer par de bytes la próxima vez.

Los pares de bytes BC y DE deben ser intercambiados entre sí para la llamada a XLINE. Esta inversión podría omitirse pero luego habría que invertir los pares de puntos en la tabla y esto se aparta de lo normal.

Una vez que BC y DE están ya preparados, se comprueban para asegurarse de que ambos están dentro de la pantalla. Si alguno de ellos cae fuera de la misma, se omite la rutina de trazado XLINE y se obtiene el siguiente par de puntos y se comprueba que BC sea mayor que cero.

PROGRAMA DE DIBUJO EN BASIC

Este programa, utilizando sólo MOVEC y DRAWA, permite dibujar figuras bastante complejas. Las teclas operan según lo especificado para MOVEC. La tecla «p» provoca la transferencia de la posición del cursor hacia 1 y, por tanto, hacia la parte n.° k de k$ (). Un punto repetido produce la inserción del marcador de fuera de la pantalla y el cursor puede entonces trasladarse al inicio de la línea siguiente deseada por el usuario.

Le dejo a usted con el problema de cómo interrumpir la rutina de dibujo para que pueda guardar k$ (). Sugerencia: puede reservar la parte inferior de la pantalla para el menú de alguna rutina.

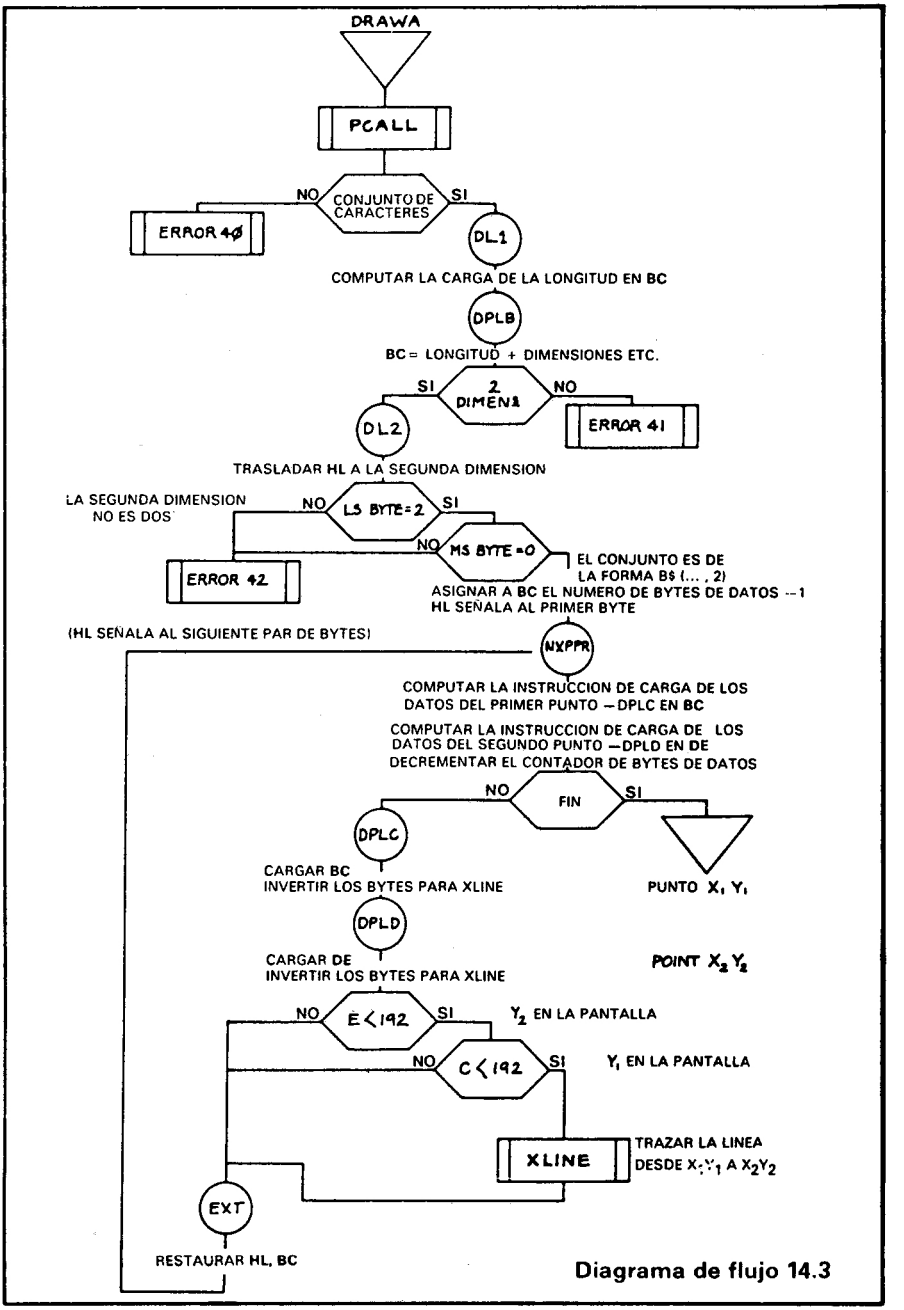


Diagrama de flujo 14.3

SINOPSIS

DRAWL le permite trazar series de líneas conectadas entre sí desde el punto 1 al 2, de éste al 3, etc. Estos puntos están especificados como pares X, Y en el parámetro de la línea REM que puede ser de cualquier longitud. Por ejemplo: REM: «X1, Y1, X2, Y2, X3, Y3, X4, Y4, ... Xn, Yn,».

DRAWA es similar a DRAWL pero los datos se obtienen de un conjunto de caracteres de pares (X,Y). Los puntos que caen fuera de la pantalla no se dibujan y, por tanto, pueden interrumpirse las líneas insertando puntos fuera de la pantalla en la matriz de datos.

MOVEC utiliza las teclas 5, 6, 7, 8 para mover el cursor por la pantalla. La tecla «p» produce la salida de la rutina con la posición actual del cursor. Las teclas x, s y f permiten trabajar en el modo de paso a paso, movimiento lento y movimiento rápido del cursor.

El programa de dibujo en BASIC corresponde al *listado 14.4* y puede ser elaborado de la forma más conveniente para cada usuario.

Capítulo 15

MISCELANEA

Se presentan aquí varios detalles que son interesantes aunque no merecen un capítulo por sí solos.

BCD O DECIMAL CODIFICADO BINARIO

Es una forma de aritmética y de representación numérica. Se considera de origen americano y de paternidad dudosa. Permitía a un vendedor decir a su posible víctima: «... pero nuestra máquina puede trabajar con aritmética decimal. No debería usted complicarse la vida con una de las otras. Ellas sólo pueden manejar el (molesto, complicado, difícil) binario».

Cada dígito decimal puede ser representado por cuatro bits con los valores 8, 4, 2, 1 en BCD 8421. (Hay otra forma: BCD 4421.) El Z80 podrá manejar la aritmética BCD a dos dígitos por byte si, después de cada operación de adición o sustracción, se inserta una instrucción DAA (Ajuste Decimal Aritmético), y se prevé una rutina especial para la escritura de los números.

Yo creo que es interesante que una máquina pueda trabajar en BCD, ya que existen muchos aparatos electrónicos que están preparados para suministrar señales codificadas en BCD —cuatro conductores por número decimal— y, por tanto, pueden interconectarse fácilmente con los sistemas de ordenadores.

MODIFICACIONES

Todo lo que he pretendido hacer en este libro es señalar al lector la dirección a seguir. No hay ningún libro que vaya a resolverle todos sus problemas pero, a modo de ilustración, incluyo algunas rutinas más cuya interpretación dejo en sus manos.

Listado 15.1

```
7610 DEMO1   CALL OPARS
7615         CALL PCALL
7620         CALL FIDL1
7625         JP   SATTR+3
7630 FIDL1   LD   HL,(PARMO)
7635         LD   BC,3
7640         ADD  HL,BC
7645         LD   DE,VPARO+8
7650         LDI
7655         RET
7660 DEMO2   CALL PCALL
7665         CALL FIDL2
7670         JP   SATTR+3
7675 FIDL2   LD   HL,(PARMO)
7680         LD   BC,8
7685         ADD  HL,BC
7690         LD   DE,VPARO
7695         CALL LDPR
7700         CALL LDPR
7705         CALL LDPR
7710         CALL LDPR
7715         CALL LDPR
7720         RET
7725 LDPR    LDI
7730         LD   BC,4
7735         ADD  HL,BC
7740         INC  DE
7745         RET
7750         END
```

DEMO1

Esta rutina entra en SATTR después de la llamada a OPARS y PCALL. La sentencia REM que espera encontrar es:

REM k : 0, 0, 15, 7

donde k es un atributo (entero) y las constantes son para definir la región de la pantalla.

DEMO2

Esta rutina también entra en SATTR pero la sentencia REM es:

REM a() :

y los primeros cinco elementos de a() son los que describen la región de la pantalla y el atributo requerido. Deben ser todos enteros. Ambas rutinas utilizan subrutinas auxiliares. Observe su sencillez, procure entender la forma en que actúan y disfrute poniendo algo de su parte.

ENTRADAS MULTIPLES

Con una gran cantidad de programas, pueden ocurrir cosas desagradables:

— el programa A sale por la pantalla 1
— el programa B sale por la pantalla 2

Hay una subrutina común, C, en las profundidades del programa, que se encarga de la gestión de la pantalla.

A está dando salida a la pantalla cuando ésta tiene algún defecto y lo comunica a C, la cual emite un mensaje de error para el operador y espera a que se corrija el defecto en la pantalla.

El programa B da ahora su salida a la pantalla utilizando la subrutina C y pronto se encuentra en dificultades a menos que C haya sido prevista para encargarse del problema.

La técnica utilizada con más frecuencia consiste en estimar primeramente el número de llamadas múltiples que pueden actuar al mismo tiempo, sumarle un 50 % (o más) y preparar después este número de páginas, utilizando el registro IX o equivalente, para todo el espacio de trabajo necesario para una entrada. Cada celda se encarga de una «página» que deja luego cuando la llamada ha terminado. Si no hay espacio disponible, el programa que está llamando debe ser informado de ello para que espere o haga cualquier otra cosa hasta que su llamada pueda ser aceptada.

LA ACCION RECURSIVA O LA SERPIENTE QUE SE MUERDE LA COLA

La acción recursiva es la que se produce cuando una subrutina se llama a sí misma. Esto puede ocurrir por accidente en programas muy

extensos o de una forma deliberada como resultado de un intento de reducción del número de instrucciones u otro caso similar. Siempre requiere una gran cantidad de espacio en la pila.

Normalmente, una llamada de una subrutina a sí misma destruirá los espacios de trabajo y la dirección de retorno. Por tanto, la rutina debe estar preparada para superar este contratiempo. En algunos casos, el problema es similar al de las entradas múltiples pero aquí los datos están todos almacenados en la pila y una sección de ésta se utiliza también como espacio de trabajo. La técnica básica se ilustra en la *Figura 15.1.* Usted debe asegurarse de que la llamada de la rutina a sí misma sea condicional y que, si la condición no se cumple, la subrutina podrá abandonar el círculo vicioso y salir al mundo exterior. Si no se consigue esto, como la serpiente que se muerde la cola, tendrá también un final desagradable.

NOTAS SOBRE EL CODIGO MAQUINA Y EL ENSAMBLADOR

Todos los mnemónicos de los códigos de operación son estándar. Las operaciones «escondidas», es decir, aquellas con las cuales opera el hardware pero cuya existencia no es oficial, también se utilizan.

Los mnemónicos utilizados para controlar el ensamblador son:

DEFB	define un byte como un número decimal o un carácter ASCII
DEFS	define una serie de bytes utilizando una cadena ASCII
DEFW	define una palabra de dos bytes
END	especifica el final del código máquina
EQU	requiere una etiqueta, la cual es asignada a una dirección, que es normalmente la de una variable del sistema del Spectrum
ORG	especifica la dirección de inicio del código ensamblado.

Un valor de un solo byte puede ser especificado como un valor decimal (0-255) o un carácter ASCII encerrado entre comillas. Nótese que LD A, "" "" cargará A con el código ASCII de " "

CODIGO MAQUINA — LO QUE DEBE Y NO DEBE HACER

Ensamble el código para que funcione en zonas altas de la memoria pero deje suficiente espacio para la pila entre el final del código

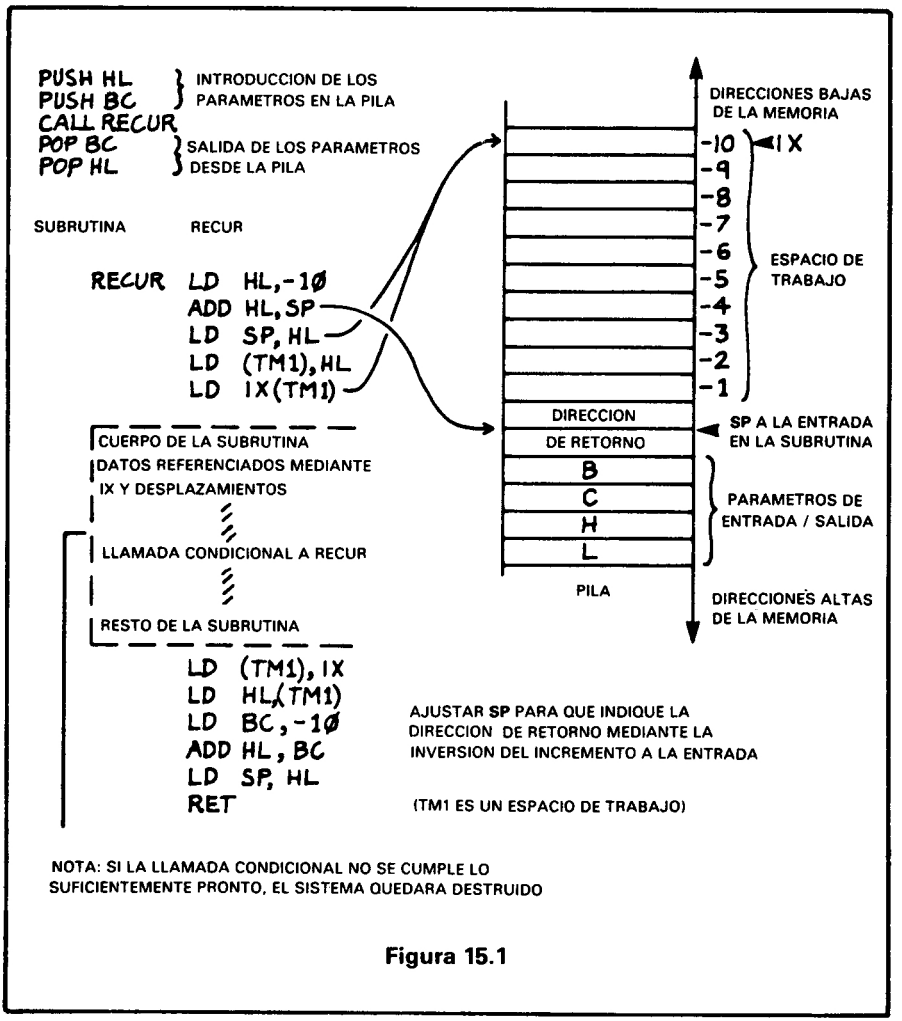


Figura 15.1

y la zona de Gráficos Definidos por el Usuario (UDG) del Spectrum (Ver el Capítulo 24 del manual). En general, todo irá bien si el final de su código se encuentra alrededor de la posición 63500 en una máquina de 48 K. No utilice *nunca* direcciones absolutas (valores numéricos) en su código. Las direcciones absolutas deberían utilizarse solamente para referirse a las variables del sistema del Spectrum (detalladas en el Capítulo 25 del manual) o bien a partes específicas de la ROM.

¡Guarde anotaciones en sus programas, especialmente las que se refieran a sus errores!

Siempre que sea posible conviértanse todos los nombres en mnemónicos.

Escriba sus programas lo más directa y claramente posible. (Un programa que funciona es mejor que nada. (¡Hay pocos conductores que miren debajo del capó!)

Tenga siempre una idea clara de lo que desea hacer antes de empezar.

ediciones
técnicas
REDE
BARCELONA
(ESPAÑA)